



**DemSSO**

PROGRAMA DOUTORAL EM SEGURANÇA  
E SAÚDE OCUPACIONAIS

## **O Som e o Ruído em Festas e Romarias Populares**

Robson Silva Passos

Tese submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de  
Doutor em Segurança e Saúde Ocupacionais


Orientador: Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha  
Escola de origem – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Co Orientador: Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho  
Escola de origem – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto



**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**  
Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

**VoIP/SIP:** feup@fe.up.pt **ISN:** 3599\*654

 **Telephone:** +351 22 508 14 00  **Fax:** +351 22 508 14 40  
 **URL:** <http://www.fe.up.pt>  **Correio Electrónico:** [feup@fe.up.pt](mailto:feup@fe.up.pt)



*“Existe no silêncio, uma tão profunda sabedoria  
que às vezes ele se transforma na mais perfeita resposta”*

*Fernando Pessoa*

*“Quanto sono, lhe pergunto, posso ter eu nesta estalagem.  
As carroças passando fazendo estrondos, os gritos dos carroceiros presos no tráfego”.*

*Juvenal,*

*Poeta romano*





## **AGRADECIMENTOS**

### **Pessoais**

A Deus, Inteligência Suprema, Causa Primária de todas as coisas;

Aos meus familiares, mãe Ceça, irmãs Míriam e Meirelane, esposa Elba Oliveira e filhos Larissa (cheia de alegria), Victor Hugo (vitorioso e ajuizado) e Guilherme (o protetor corajoso), ao sogros Cícero e Maria e cunhado Rildo Oliveira que embarcaram comigo nesta nova aventura não medindo esforços no apoio necessário à chegada e permanência em Portugal;

Ao povo brasileiro que paga seus impostos, que trabalha arduamente, que morre vítima de acidentes e doenças ocupacionais, por me financiar nesta tentativa de plantar uma pequena semente na busca de uma transformação positiva de nossa sociedade;

Ao povo português, pelo acolhimento e os inúmeros diálogos importantíssimos para uma melhor compreensão do terreno e destrinchar desta investigação;

Aos amigos e colegas brasileiros em ordem alfabética Alba Pinheiro, Almaí Santos, Anália Keyla, Ancelmo César, Antônio Marcus, Cláudia Santos, Ebenézer França, Edilson Accioly, Elba Ferraz, Francisco Alves, Francisco Cesário, Henrique Mota, João Rocha, José Aleixo, José Bento, padrinho Luís Edson, Marcos Valença, Marília Lyra, Marivaldo Rosas, Norberto Loureiro, Núbia Frutuoso, Pâmela Consuelo, Paula Cordeiro, Paulo Freire, Sivaldo Souza, Solon Ivo, Renata Carvalho, Ricardo Luís, Tereza Dutra, Ulisses Costa e Valbérico Cardoso fundamentais como incentivadores e apoiadores no processo decisório de minha candidatura, chegada e permanência em Portugal;

Aos amigos portugueses em ordem alfabética Ana Galvão, Afonso Basílio, Alexandre Ramalho, Alexandre Vieira, Casemiro Ramos, Jorge Magalhães, Joaquim Alberto, José Alberto e família, Luísa Pinto, Maria Júlia, Mafalda Santos, Paula Magalhães e Rui Araújo pela solidariedade em momentos decisivos desta jornada;

Aos Amigos do Bem, às Casas Francisco Xavier, ao Coração na Rua e à Cruz Vermelha Portuguesa, pela oportunidade de servir e pelo crescimento em espiritualidade;

Aos colegas de Gestão Ambiental do Instituto Federal de Pernambuco que concordaram com minha liberação para a realização deste sonho.

### **Acadêmicos**

Aos meus orientadores Professora Doutora Cecília Alexandra Abreu Coelho da Rocha, Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho, pela orientação segura e voto de confiança na realização deste trabalho. Uma nova “Consciência Acústica” despertou em meu ser.

Ao Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista sempre disponível para solução dos problemas “insolúveis”.

Às Professoras Doutoras Olivia Maria de Castro Pinho e Margarida Maria Araújo Brito pelos questionamentos sempre pertinentes que colaboraram para o enriquecimento deste projeto.

Ao professor Doutor Paulo Pereira, pelas excelentes “aulas” e apoio no campo da estatística que muito enriqueceram este trabalho.

À Doutora Rita Começanha pelo apoio no campo da psicologia humana e por ter me apresentado o Mindfulness

Às voluntárias Larissa Oliveira (mestranda em Ciência da Comunicação da UP) , Marina Folle, Ingrid Cavalcanti (Intercambistas de Ciência da Comunicação da UP) e Filipa Pires (estudante de Psicologia da UP) pelo importante apoio nas entrevistas nos eventos de fogo de artifício em Senhor de Matosinhos e São João do Porto.

Aos colaboradores da FEUP/UP Eng. António Eduardo Eng<sup>a</sup> Célia Ferreira, Eng<sup>a</sup> Jacqueline Branco e Biomédica Raquel Martins pela atenção e apoio sempre primoroso para a realização deste trabalho.

### **Institucionais**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco por permitir minha liberação a fim de realizar mais esta etapa profissional em minha vida;

À Universidade do Porto, em particular ao DEMSSO, ao MESHO e ao Laboratório de Acústica pelo apoio fundamental sem o qual não seria possível a realização desta pesquisa.

Às Comissões de Festas e Polícia de Segurança Pública, pelo apoio nas atividades de campo

Aos órgãos brasileiros de fomento à pesquisa pelas constantes negativas de apoio à realização ao financiamento deste doutoramento, o que constituiu para mim uma excelente oportunidade de desenvolvimento de minha resiliência.

### **AVE CRISTO**

*In memoriam de meu pai Reinaldo Mota e minha tia Maria da Conceição Mota*



## RESUMO

A presente tese, intitulada *O Som e o Ruído em Festas e Romarias Populares*, teve como objetivo geral investigar e compreender o fenômeno acústico presente em eventos que envolviam a utilização de fogo de artifício, a presença de equipamentos de diversão e espetáculos musicais. A área de estudo considerada para este fim foi a região norte de Portugal.

Para uma compreensão profunda do tema em investigação foram consideradas três vertentes essenciais: a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogo de artifício, a intensidade do ruído ambiental produzido durante esses eventos nas diversas atividades que englobam e a intensidade do ruído ocupacional a que os operadores de som e luz presentes estavam sujeitos. Em consequência, foram, ainda, definidas linhas de orientação referentes ao ruído que deverão ser incorporadas nos sistemas de avaliação de sustentabilidade de eventos, além de se proporem medidas para a gestão deste tipo de fenômenos acústicos.

No decurso desta tese, foram realizadas 80 entrevistas, dois eventos de natureza distinta, um piromusical e outro não piromusical. Os resultados mostram que 34 % dos inquiridos concordam que o ruído produzido gera incômodo na população do entorno. Em relação a possível dano auditivo, 54 % concorda que este pode ser produzido pelo ruído de fogo de artifício. Todavia, os entrevistados reconhecem este risco como estando apenas associado a crianças e idosos.

Em relação ao nível de exposição ao ruído de fogo de artifício, verificou-se que o limite de exposição de 120 dB (A, imp.), para o  $L_{Amax}$  foi ultrapassado em 81% dos eventos. Todavia, se se compararem os resultados obtidos com os padrões estabelecidos pela OMS, chega-se à conclusão que as crianças que comparecem a estes eventos estão expostas a níveis de ruído de pico acima do limite preconizado de 120 dB(C), uma vez que a totalidade dos resultados estão acima deste valor. Para a exposição ao ruído nos parques de diversões temporários, onde se encontram a maior parte das crianças que se deslocam a estas festas, os resultados mostraram que, na média, o valor de  $L_{Aeq}$  (86,4 dB) e o valor de  $L_{Amax}$  (96,4 dB) estão abaixo dos limites estabelecidos pela OMS de 100 dB(A) para o  $L_{Aeq}$  e de 110 dB(A) para o  $L_{Amax}$ . Verificou-se que estes limites foram ultrapassados em 4% e 5% dos casos para o  $L_{Aeq}$  e o  $L_{Amax}$  respectivamente. Quanto aos eventos musicais, a avaliação de exposição ocupacional de operadores de som e de luz, mostrou que em 97% dos casos, o valor do  $L_{EX,8h}$  ultrapassou o Valor Limite de Exposição de 87dB(A). Para o valor de pico, o  $L_{Cpico}$  ficou abaixo do Limite de Exposição de 140 dB(C) em 100% dos casos avaliados. Nestes eventos, verificou-se que o público presente esteve exposto, em média, a um  $L_{Aeq} \approx 98,3$  dB(A), menor do que 100 dB(A), recomendado pela OMS como limite de exposição para este tipo de evento. Entretanto, em 36% dos casos este limite foi ultrapassado. Para o padrão  $L_{Amax}$  da OMS de 110 dB(A), verificou-se que em 18% dos casos este valor foi ultrapassado.

Atendendo aos resultados obtidos, que salientam a relevância do ruído nestes eventos, considerou-se que seria necessário definir medidas e diretrizes que poderiam minimizar o risco e a incomodidade devidas a ruído excessivo. Assim, foram criados indicadores de sustentabilidade que incluem o fator ambiental ruído, bem como indicações sobre a respetiva avaliação. Ao final, para que a gestão de ruído destes eventos possa ser melhorada, é apresentado um conjunto de medidas para ‘melhores práticas’.

O propósito maior desta tese, proporcionar um ambiente seguro, em termos de ruído, à população e área envolvente, para atividades de lazer neste tipo de eventos foi conseguido. Se as autoridades implementarem as ‘melhores práticas’ sugeridas, se a população seguir as medidas recomendadas e se os organizadores desses eventos dinamizarem eventos sustentáveis que cumpram integralmente os requisitos recomendados e legais em relação ao ruído, toda a população e, em particular, as crianças e idosos irão beneficiar de um ambiente mais saudável e agradável.

Palavras-Chave: Festas e Romarias, Poluição Sonora, Percepção, Ruído Ambiental, Risco de Exposição, Controle do Ruído, Avaliação de Sustentabilidade

## ABSTRACT

The present thesis, entitled *Sound and Noise in Popular Festivals and Pilgrimages*, had as general objective to investigate and understand the acoustic phenomenon present in events that involved the use of fireworks, the presence of amusement equipment and musical shows. The study area considered for this purpose was the northern region of Portugal.

In order to reach a deep understanding of the subject under investigation, three key aspects were considered: risk perception of the population regarding fireworks noise exposure, the level of environmental noise produced during these events in the activities they encompass and the level of occupational noise to which sound and light operators were submitted to. Subsequently, were defined guidelines for sustainability assessment of large events considering noise and, in addition, suggested measures for noise management in events of this nature.

During this thesis were conducted 80 interviews, in two different type of events, one pyromusical and one non-pyromusical. Results show that 34% of the respondents agree that noise related with the event causes annoyance to nearby population. Regarding possible hearing damage, 54% agree that it can be related with fireworks noise. However, the interviewees recognize this risk only for children and elderly.

Concerning the exposure level to fireworks noise, it was found that the exposure limit of 120 dB (A, imp.), for  $L_{Amax}$ , was exceeded in 81% of the events. However, comparing the measurement results with WHO standards, it is possible to conclude that children attending these events are exposed to peak noise levels above the recommended limit of 120 dB (C), since all the results are above this limit.

For noise exposure at the temporary amusement parks, where it is possible to find the majority of the children in this events, the results showed that WHO limits of 100 dB(A), for  $L_{Aeq}$ , and 110 dB(A), for  $L_{Amax}$  were accomplished as, on average,  $L_{Aeq} \approx 86.4$  dB and  $L_{Amax} \approx 96.4$  dB. In detail, one can see that these limits were exceeded in 4% and 5% of the events, for  $L_{Aeq}$  and  $L_{Amax}$ , respectively.

Regarding musical events, the evaluation of occupational noise exposure of sound and light operators showed that in 97% of cases,  $L_{EX, 8h}$  exceeded the Exposure Limit Level of 87dB(A). For the peak value,  $L_{C peak}$ , was below the Exposure Limit of 140 dB(C) in all of the monitored events. In these events was verified that the public was exposed to an average value of  $L_{Aeq} \approx 98.3$  dB (A), lower than the exposure limit of 100 dB (A) recommended by WHO for these events. However, in 36% of the cases this limit was exceeded. The WHO guidelines for  $L_{Amax} \leq 110$  dB (A), were not accomplished in 18% of cases.

Considering these results, highlighting the relevance of noise in these events, it was important to establish some measures and guidelines that could prevent related noise risk and annoyance. As so, sustainability indicators considering environmental noise were created together with guidelines for their assessment. In the end, noise management of this events can also be improved and, for that reason, best practices were suggested.

The final purpose of this thesis, to provide a safe noise environment to the population and nearby areas, for leisure activities in these type of events, was accomplished. If authorities implement the suggested best practices, the population follows the recommended measures and the event organizers have the pride to have a sustainable event in full commitment with the recommended and legal noise requirements, all the population – in particular children and elderly-, will benefit of a healthier and more pleasant environment.

Keywords: Festivals and Pilgrimages Noise Pollution, Perception, Environmental Noise, Risk Assessment, Noise Management; Sustainability Assessment

## ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS .....	V
RESUMO .....	IX
ABSTRACT .....	X
ÍNDICE GERAL .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVII
ÍNDICE DE TABELAS .....	XXII
SÍMBOLOS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS .....	XXVI
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS .....	1
1.2. FESTAS, ROMARIAS POPULARES E O RUÍDO .....	2
1.3. BREVE CARACTERIZAÇÃO DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES .....	3
1.4. O PROBLEMA DE PESQUISA .....	5
1.5. OBJETIVOS DA TESE .....	6
1.5.1 Objetivo geral .....	6
1.5.2 Objetivos específicos .....	6
1.6. ESTRUTURA DA TESE .....	6
1.7. CONTRIBUIÇÃO E ORIGINALIDADE DA TESE .....	7
<b>2. CONCEITOS TEÓRICOS E FUNDAMENTOS EM ACÚSTICA .....</b>	<b>9</b>
2.1. SETORES DE INTERESSE DOS ESTUDOS ACÚSTICOS .....	9
2.2. SOM E RUÍDO .....	10
2.3. QUALIDADES DA ONDA SONORA .....	12
2.4. FREQUÊNCIA .....	15
2.5. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA .....	17
2.6. CURVAS DE PONDERAÇÃO E NÍVEL SONORO .....	18
2.7. ANÁLISE NO TEMPO .....	20
2.8. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DE PICO, $L_{CPICO}$ .....	22
2.9. INTERAÇÃO DO RUÍDO COM O OUVIDO HUMANO .....	22
2.10. EFEITOS AUDITIVOS E NÃO AUDITIVOS DO RUÍDO .....	27
2.10.1. Efeitos auditivos da exposição ao ruído .....	27
2.10.2. Efeitos não auditivos da exposição ao ruído .....	44

<b>2.11. ENQUADRAMENTO LEGAL DE RUÍDO APLICADO À FESTAS E ROMARIAS POPULARES.....</b>	<b>48</b>
2.11.1. Ruído ocupacional e enquadramento legal em atividades de entretenimento na União Europeia .....	48
2.11.2. Ruído ocupacional E enquadramento legal em Portugal.....	53
2.11.3. Aspectos normativos do ruído ambiental em festas e romarias populares .....	60
<b>2.12. RUÍDO E SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES.....</b>	<b>65</b>
2.12.1. Desenvolvimento sustentável e pilares da sustentabilidade .....	65
2.12.2. Sustentabilidade de eventos .....	67
2.12.3. O ruído como ameaça à sustentabilidade de eventos.....	70
2.12.4. Indicadores de Sustentabilidade .....	72
<b>3. ABORDAGEM METODOLÓGICA .....</b>	<b>77</b>
<b>3.1. ENQUADRAMENTO.....</b>	<b>77</b>
<b>3.2. CRITÉRIO DE DECISÃO DE ESCOLHA DOS CONCELHOS AVALIADOS .....</b>	<b>78</b>
<b>3.3. TAMANHO DA AMOSTRA DOS FENÔMENOS ACÚSTICOS DE INTERESSE .....</b>	<b>83</b>
<b>3.4. OE1 – INVESTIGAÇÃO DA PERCEÇÃO DA POPULAÇÃO AO RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO PRODUZIDO POR FOGOS DE ARTIFÍCIOS EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES .....</b>	<b>84</b>
<b>3.5. OE2 – AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE DO RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL PRODUZIDO EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES .....</b>	<b>93</b>
<b>3.5.1. Avaliação do ruído produzido por fogo de artifício .....</b>	<b>94</b>
3.5.1.1. Caracterização do processo de execução do show com fogo de artifício .....	94
3.5.1.2. Artigos pirotécnicos utilizados nos eventos investigados .....	95
3.5.1.3. Artefatos utilizados em shows pirotécnicos não preso .....	95
3.5.1.4. Artefatos utilizados em shows pirotécnicos com fogo preso.....	98
3.5.1.5. Processos de montagem, interligação e acionamento dos fogos de artifício .....	98
<b>3.5.2. Avaliação ambiental da exposição ao ruído de fogo de artifício.....</b>	<b>101</b>
<b>3.5.3. Avaliação de ruído ambiental produzido por brinquedos de parque de diversões em festas e romarias de Portugal .....</b>	<b>103</b>
<b>3.5.4. Avaliação do ruído ambiental e ocupacional produzido em eventos musicais de festas e romarias de Portugal .....</b>	<b>105</b>
3.5.4.1. Avaliação do ruído ambiental em shows com operadores de som/luz .....	106
3.5.4.2. Avaliação do ruído ambiental em shows sem operadores de som/luz .....	107
3.5.4.3. Avaliação do ruído ambiental em despique de bandas filarmônicas .....	108
3.5.4.4. Avaliação do ruído ambiental em despique de bombos .....	110
3.5.4.5. Avaliação do ruído ambiental em marchas .....	110
3.5.4.6. Avaliação do ruído ambiental em fanfarras.....	111
3.5.4.7. Avaliação do ruído ambiental em procissões .....	112



3.5.4.8. Avaliação do ruído ocupacional de operadores de som em eventos musicais de festas e romarias populares .....	113
<b>3.6. OE3 – ELABORAÇÃO DE UM GUIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES, CONSIDERANDO O AGENTE AMBIENTAL RUÍDO .....</b>	<b>114</b>
<b>3.7. OE4 – MELHORES PRÁTICAS DE MEDIDAS DE CONTROLE DO RUÍDO DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES.....</b>	<b>115</b>
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DOS EVENTOS INVESTIGADOS QUE FORAM AVALIADOS..</b>	<b>117</b>
<b>4.1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>117</b>
<b>4.2. DISTRITO DE AVEIRO .....</b>	<b>117</b>
4.2.1. Festa do Concelho de Arouca ou Festa da Colheita - Arouca .....	118
4.2.2. Festa do Concelho de Espinho e em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Ajuda- espinho .....	120
<b>4.3. DISTRITO DE BRAGA.....</b>	<b>121</b>
4.3.1. Festa do Concelho de Guimarães – Gualterianas- Guimarães .....	122
<b>4.4. DISTRITO DE BRAGANÇA .....</b>	<b>123</b>
4.4.1. Festa da Cidade de Bragança e em honra de N <sup>a</sup> Senhora das Graças- Bragança... ..	123
<b>4.5. DISTRITO DO PORTO.....</b>	<b>125</b>
4.5.1. Festa do Concelho de Gondomar e em honra de N <sup>a</sup> Senhora do Rosário São Cosme e São Damião- Gondomar .....	125
4.5.2. Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Ajuda – Lousada.....	126
4.5.3. Festa do Concelho da Maia e em honra de N <sup>a</sup> Senhora do Bom Despacho- Maia... ..	126
4.5.4. Festa da cidade de Marco de Canaveses e em honra de Santa Marinha- Marco de Canaveses.....	127
4.5.5. Festa do concelho em honra do Senhor de Matosinhos - Matosinhos .....	128
4.5.6. Festa em honra dos Mártires de Santa Eulália e São Sebastião- Paredes .....	129
4.5.7. Festa em honra de Nossa Senhora do Rosário - Festa da Sopa Seca. Penafiel .....	130
4.5.8. Festa de São João - Porto .....	131
4.5.9. Festa de São Pedro – Póvoa de Varzim .....	134
4.5.10. Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Boa Viagem – Póvoa de Varzim .....	135
4.5.11. Festa de Santa Eufémia da Carriça-Trofa .....	136
4.5.12. Festas em honra de S. Lourenço – Valongo - Ermesinde.....	137
4.5.13. Festa de São Pedro da Afurada – Vila Nova de Gaia.....	138
<b>4.6. DISTRITO DE VIANA DO CASTELO .....</b>	<b>139</b>
4.6.1. Festa e Romaria em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Agonia- Viana do Castelo.....	139
<b>4.7. DISTRITO DE VILA REAL.....</b>	<b>141</b>
4.7.1. Festa de N. <sup>a</sup> Senhora da Pena – Vila Real - Mouços.....	141
<b>4.8. DISTRITO DE VISEU.....</b>	<b>142</b>
4.8.1. Festa N. <sup>a</sup> Senhora dos Remédios - Lamego.....	142
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>145</b>

<b>5.1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>145</b>
<b>5.2. OE1 – INVESTIGAÇÃO DA PERCEÇÃO DA POPULAÇÃO AO RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO PRODUZIDO POR FOGOS DE ARTIFÍCIOS EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES.....</b>	<b>145</b>
<b>5.2.1. Análise Descritiva.....</b>	<b>145</b>
5.2.1.1. Caracterização da amostra .....	145
5.2.1.2. Percepções sobre o Ruído .....	148
<b>5.2.2. Análise Fatorial aplicada às perguntas 4 a 13 do questionário.....</b>	<b>153</b>
5.2.2.1. Análise de Outliers .....	153
5.2.2.2. Matriz de correlação de Pearson.....	153
5.2.2.3. Medida de Adequação da Amostra de KMO - <i>Kaiser-Meyer-Olkin</i> e Teste de Esfericidade de <i>Bartlett</i> .....	155
5.2.2.4. Extração dos fatores e rotação pelo método Varimax .....	155
5.2.2.5. Análise de consistência interna da escala utilizada .....	158
5.2.2.6. Análise das dimensões em estudo.....	160
<b>5.2.3. Testes de hipóteses .....</b>	<b>161</b>
5.2.3.1. Investigação da percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogos de artifício em festas e romarias populares .....	161
5.2.3.2. Comparação entre os eventos com ruído de fogo de artifício não piromusical e os evento piromusical.....	166
5.2.3.3. Comparação da percepção ao risco da exposição ao ruído por diferença de gênero .....	169
5.2.3.4. Comparação da percepção ao risco de exposição ao ruído por diferença de idade... ..	171
<b>5.3. OE2- AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES .....</b>	<b>178</b>
<b>5.3.1. Avaliação do ruído produzido por de fogo de artifício .....</b>	<b>178</b>
<b>5.3.2. Avaliação do ruído produzido por brinquedos .....</b>	<b>188</b>
<b>5.3.3. Avaliação de ruído produzido em eventos musicais.....</b>	<b>197</b>
5.3.3.1. Avaliação de show com a presença de operador de som/luz .....	197
5.3.3.2. Avaliação de operadores de som e luz .....	197
5.3.3.3. Avaliação ambiental do ruído show com a presença de operador de som/luz .....	201
5.3.3.4. Avaliação do ruído ambiental em outros eventos com caráter musical .....	204
<b>5.4. OE3-GUIA PARA AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES CONSIDERANDO O RUÍDO PRESENTE NOS EVENTOS .....</b>	<b>210</b>
<b>5.5. OE4- MELHORES PRÁTICAS PARA GESTÃO DA CONTAMINAÇÃO ACÚSTICA EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES .....</b>	<b>216</b>
<b>5.5.1. Preâmbulo .....</b>	<b>216</b>
<b>5.5.2. Medidas de ordem geral.....</b>	<b>216</b>
<b>5.5.3. Medidas de ordem específica.....</b>	<b>218</b>

5.5.3.1. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação em shows de fogo de artifício.....	218
5.5.3.2. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação sonora em eventos musicais .....	224
5.5.3.3. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação acústica nos parques de diversão temporários.....	227
<b>6. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>231</b>
<b>6.1. CONCLUSÃO .....</b>	<b>231</b>
<b>6.2. PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>234</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>237</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>246</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>248</b>
<b>APÊNDICE 2 .....</b>	<b>252</b>
<b>APÊNDICE 3 .....</b>	<b>267</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 - Distribuição de festas e romarias ao longo do ano em Portugal .....	4
Figura 2.1 - Diferentes setores de estudos acústicos .....	9
Figura 2.2 - Produção e propagação das ondas sonoras e suas zonas de compressão e rarefação .....	10
Figura 2.3 - Altura de uma onda.....	13
Figura 2.4 - Intensidade de uma onda .....	14
Figura 2.5 - Diferentes formas de onda de instrumentos e voz ilustrando o timbre .....	15
Figura 2.6 - Espectro sonoro.....	16
Figura 2.7 - Espectro Sonoro de um ruído representado em 1/1 oitava e em 1/3 oitava .....	17
Figura 2.8 - Comparação das pressões sonoras e dos níveis de pressão sonora de sons diferentes .....	18
Figura 2.9 - Curvas de ponderação A, B, C e D .....	19
Figura 2.10 - Indicadores estatísticos de ruído .....	21
Figura 2.11 - Esquema do corte do aparelho auditivo humano e vista panorâmica do ouvido esquerdo .....	22
Figura 2.12 - Membrana timpânica normal .....	23
Figura 2.13 - Esquema de corte do ouvido médio e os ossículos martelo, bigorna e estribo-nesta sequência.....	24
Figura 2.14 - Labirinto ósseo direito (detalhe da cóclea-vista lateral) .....	25
Figura 2.15 - Cóclea e células ciliadas internas e externas.....	26
Figura 2.16 - Esquema de ruptura de neurônios e situação real .....	28
Figura 2.17 - Principais causas da perda auditiva .....	29
Figura 2.18 - Células Ciliadas Externas destruídas por exposição a ruído .....	30
Figura 2.19 - Classificação de trauma acústico .....	31
Figura 2.20 - Danos produzidos pela exposição aguda ao ruído .....	32
Figura 2.21 - Ruptura de membrana timpânica devido a exposição a ruído de fogo de artifício .....	34
Figura 2.22 - Consequências possíveis para as pessoas que adquiriram perda auditiva permanente .....	35
Figura 2.23 - Categorias de fontes de ruído em parques temáticos.....	39
Figura 2.24 - Valores típicos de ruído encontrados em parques temáticos .....	40
Figura 2.25 - Valores de $L_{Aeq}$ do parque temático Universal Island of Adventures .....	41
Figura 2.26 - Dosímetro de ruído NP-DLX, classe II, fabricado pela 3M para avaliação de exposição ao ruído ocupacional .....	42

Figura 2.27 - Equipamentos encontrados em parque temático dos EUA e em festas de Portugal.....	42
Figura 2.28 - Modelo explicativo do incômodo produzido pelo ruído .....	45
Figura 2.29 - Efeitos não auditivos produzido pela exposição ao ruído.....	46
Figura 2.30 - Sinalização de veteranos americanos solicitando a gentileza dos vizinhos com o uso fogo de artifício.....	47
Figura 2.31 - Relação da diretiva 2003/10/CE com as diretivas relativas aos Equipamentos de Proteção Individual.....	49
Figura 2.32 - Relação da diretiva relativa ao ruído com as diretivas relativas a grupos de risco particularmente sensíveis .....	50
Figura 2.33 - Principais itens do decreto-lei n.º 182/2006.....	54
Figura 2.34 - Aspectos normativos de ruído ambiental de interesse desta tese .....	62
Figura 2.35 - Operador de som com sistema de monitoramento contínuo de ruído .....	63
Figura 2.36 - Pilares da sustentabilidade .....	66
Figura 2.37 - Sistema de Gestão para Sustentabilidade de Eventos com base no PDCA.....	69
Figura 2.38 - Estrutura conceitual do modelo Pressão-Estado-Resposta (EDR) da OCDE.....	73
Figura 2.39 - Indicadores de ruído conforme a proposta do Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – DGA- Portugal .....	75
Figura 2.40 - Metas para indicadores de ruído .....	76
Figura 3.1 - Mapa da Região Norte de Portugal e Concelhos com eventos investigados considerados válidos na pesquisa .....	79
Figura 3.2 - Sequência de avaliação da percepção do ruído de fogo de artifício pela população .....	85
Figura 3.3 - Etapas de elaboração e validação dos inquéritos .....	86
Figura 3.4 - Estratégia de entrevista da população.....	86
Figura 3.5 - Roteiro da análise de dados dos inquéritos.....	88
Figura 3.6 - Equipamento utilizado para recolha de dados.....	93
Figura 3.7 - Balonas tipo italianas e orientais.....	96
Figura 3.8 - Candelas romanas em solo e embarcações.....	97
Figura 3.9 - Configurações de baterias de lançamento .....	97
Figura 3.10 - Exemplos de fogo preso .....	98
Figura 3.11 - Esquema de ignição de um artefato pirotécnico.....	99
Figura 3.12 - Configuração mais utilizada na utilização de fogos de artifício em festas e romarias investigadas .....	99
Figura 3.13 - Montagem, interligação e acionamento do sistema .....	100
Figura 3.14 - Processo de acionamento manual sem interligação dos artefatos pirotécnicos .....	101
Figura 3.15 - Metodologia de avaliação do ruído ambiental produzido por fogos de artifício.....	102

Figura 3.16 - Local com maior concentração de pessoas e local de avaliação (maior intensidade de exposição) - Festa do Concelho de Bragança .....	102
Figura 3.17 - Local de avaliação de ruído ambiental de brinquedos e suas fontes.....	105
Figura 3.18 - Eventos musicais avaliados nesta pesquisa .....	106
Figura 3.19 - Visão panorâmica de locais de avaliação de um show com operadores de som/luz ...	107
Figura 3.20 - Local de medição de show sem operador de som/luz .....	108
Figura 3.21 - Configurações de despique de bandas musicais e locais de avaliação (Valongo a esquerda e Arouca a direita).....	109
Figura 3.22 - Despique de bombos e indicação de local de avaliação do ruído ambiental— Festa da Senhora da Agonia – Viana do Castelo.....	110
Figura 3.23 - Local de avaliação do ruído produzido durante as marchas-(Lamego) .....	111
Figura 3.24 - Avaliação do ruído ambiental em fanfarras .....	112
Figura 3.25 - Avaliação do ruído ambiental em procissões .....	113
Figura 3.26 - Operadores de som em show operando mesas de som ao lado de operadores de mesa de luz.....	114
Figura 3.27 - Metodologia para desenvolvimento de uma escala de sustentabilidade para eventos considerando o agente físico ruído.....	114
Figura 3.28 - Hierarquia de controle de riscos ocupacionais da NIOSH .....	115
Figura 3.29 - Metodologia para seleção de medidas de gestão do ruído produzido nos eventos de interesse.....	116
Figura 4.1 - Festa da Colheita – Arouca .....	119
Figura 4.2 - Características de interesse da pesquisa em Arouca .....	120
Figura 4.3 - Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora de Espinho .....	121
Figura 4.4 - Castelo de Guimarães, Igreja de “São Gualter” e Paço dos Duques.....	122
Figura 4.5 - Aspectos de interesse investigados na Festa Gualterianas.....	123
Figura 4.6 - Castelo de Bragança, Praça da Sé, Teatro de Bragança e chega de bois.....	124
Figura 4.7 - Aspectos de interesse para investigação do fenômeno acústico.....	124
Figura 4.8 - Festa do Concelho de Gondomar e exemplos de eventos de interesse acústico .....	125
Figura 4.9 - Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Ajuda – Lousada-Nevogilde .....	126
Figura 4.10 - Festa do Concelho da Maia e em honra de N <sup>a</sup> Senhora do Bom Despacho .....	127
Figura 4.11 - Festa da cidade e em honra de Santa Marinha – Marco de Canaveses .....	128
Figura 4.12 - Festa em honra de Senhor de Matosinhos .....	129
Figura 4.13 - Festa em Honra dos Mártires de Santa Eulária e São Sebastião- Paredes .....	130
Figura 4.14 - Festa em honra de Nossa Senhora do Rosário - Festa da Sopa Seca.Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,") .....	131

Figura 4.15 - Principais locais da Festa de São João do Porto e suas tradições .....	132
Figura 4.16 - Locais de avaliação da Festa de São João do Porto .....	133
Figura 4.17 - Show piromusical, apresentação de orquestra sinfônica e parque de brinquedos .....	134
Figura 4.18 - Festa de São Pedro- Póvoa de Varzim .....	135
Figura 4.19 - Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora da Boa Viagem-Póvoa de Varzim.....	136
Figura 4.20 - Festa de Santa Eufémia da Carriça .....	137
Figura 4.21 - Festa em honra de São Lourenço – Valongo – Ermesinde.....	138
Figura 4.22 - Festa de São Pedro de Afurada .....	139
Figura 4.23 - Viana do Castelo e aspectos da festa de Senhora da Agonia .....	140
Figura 4.24 - Festa de Senhora da Agonia e aspectos acústicos desta investigação.....	141
Figura 4.25 - Festa de N <sup>a</sup> Senhora da Pena .....	142
Figura 4.26 - Festa em honra de N <sup>a</sup> Senhora do Rosário – Lamego.....	143
Figura 5.1 - Frequência de inquéritos aplicados por local.....	145
Figura 5.2 - Frequência do inquérito aplicado por Gênero.....	146
Figura 5.3 - Frequência por faixa etária .....	147
Figura 5.4 - Média das percepções do ruído item 04 a 08.....	151
Figura 5.5 - Média das percepções do ruído item 09 a 13.....	152
Figura 5.6 - Média das dimensões .....	160
Figura 5.7 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações itens 4 a 8.....	162
Figura 5.8 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações itens 9 a 13.....	162
Figura 5.9 - Intervalos de confiança a 95% para a média das respostas às afirmações.....	164
Figura 5.10 - Intervalos de confiança a 95% para a média dos fatores .....	165
Figura 5.11 - Gráfico de médias: Relações entre os fatores e os locais das festas .....	168
Figura 5.12 - Relações entre os fatores e o gênero .....	171
Figura 5.13 - Frequência relativa da relação idade e intensidade do ruído .....	173
Figura 5.14 . Gráfico de médias das relações entre as afirmações e a idade dos itens 04 a 08 .....	176
Figura 5.15 - Gráfico de médias das relações entre as afirmações e a idade dos itens 09 a 13 .....	176
Figura 5.16: Gráfico de médias: Relações entre os fatores e a idade .....	178
Figura 5.17 - Comparando os valores médios de $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ com o valor de referência de 120 dB (A, imp.).....	181
Figura 5.18 - Relação entre os valores médios de $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ e os eventos (piromusical e não-piromusical).....	183



Figura 5.19 - Espectro sonoro do ruído produzido pelos fogos de artifício da festa da Sopa Seca-Penafiel .....	184
Figura 5.20 - Histórico de distribuição do ruído de $L_{Cpico}$ ao longo do tempo. ....	187
Figura 5.21 - Distribuição acumulada de ruído de fogo de artifício .....	188
Figura 5.22 - Frequência de distribuição dos tipos de brinquedos utilizados nos eventos .....	189
Figura 5.23 - Valores médios de $L_{Aeq}$ , $L_{Amin}$ , $L_{Amax}$ , $L_{A90}$ , $L_{A50}$ e $L_{A10}$ para brinquedos.....	191
Figura 5.24 - Gráfico de médias para valores de $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ .....	192
Figura 5.25 - Gráfico de médias: Relação entre os valores de $L_{Aeq}$ e os locais (com ou sem fontes de som eletrônico) .....	194
Figura 5.26 - Espectro de ruído do brinquedo Supermax, no concelho Maia .....	196
Figura 5.27 - Gráfico de médias dos valores de $L_{EX, 8h}$ .....	199
Figura 5.28 - Gráfico de médias do valor $L_{Cpico}$ .....	200
Figura 5.29 - Valores médios de $L_{Aeq}$ PALCO, $L_{Amax}$ PALCO, $L_{Aeq}$ (ponto mais afastado), $L_{Amax}$ (ponto mais afastado) .....	202
Figura 5.30 - Espectro de ruído de marcha, desfilado de bombos e trio elétrico .....	206
Figura 5.31 - Distribuição acumulada do ruído da Orquestra Filarmônica do Porto.....	208
Figura 5.32 - Espectro de ruído de banda filarmônica adulta e infantil.....	208
Figura 5.33 - Indicadores de sustentabilidade adotados para festas e romarias populares- agente ambiental ruído .....	210
Figura 5.34 - Ações de ordem geral para gestão da contaminação acústica em festas e romarias populares .....	216
Figura 5.35 - Gestão da poluição sonora de fogo de artifício em festas e romarias populares .....	218
Figura 5.36 - Esquema para cálculo da distância segura para o público infantil exposto ao ruído de fogo de artifício .....	221
Figura 5.37 - Proteção auditiva para bebês .....	224
Figura 5.38 - Gestão da contaminação acústica de eventos musicais de festas e romarias populares .....	225
Figura 5.39 - Modelos de proteção auricular para músicos .....	226
Figura 5.40 - Gestão da contaminação acústica em parques de diversão temporário .....	228

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.1 - Número de Eventos por Distrito/Região.....	3
Tabela 1.2 - Valores de gastos médios dos visitantes entrevistados (euros) .....	5
Tabela 2.1 - Descritores Espectro de frequência e de tempo .....	11
Tabela 2.2 - Descritor campo sonoro .....	12
Tabela 2.3 - Limiar de audição e de dor para a frequência de 1000Hz .....	14
Tabela 2.4 - Bandas de frequência utilizadas em Acústica Ambiental e Ocupacional .....	17
Tabela 2.5 - Nível Sonoro ponderação A para 1/3 e 1/1 de oitava em dB.....	19
Tabela 2.6 - Critérios de Limites de Exposição Ocupacional – EUA .....	43
Tabela 2.7 - Resultados da avaliação do ruído em operadores do parque temático Midway .....	43
Tabela 2.8 - Dose media, TWA e número de trabalhadores expostos ao ruído acima dos Limites de Exposição no parque temático MIDWAY .....	44
Tabela 2.9 - Limites de Exposição e recomendações da Diretiva 2003/10/CE [1099] .....	51
Tabela 2.10 - Ocupações comuns passíveis de exposição a ruídos em níveis elevados em eventos de entretenimento.....	53
Tabela 2.11 - Valores de exposição pessoal ou diária segundo o Decreto – Lei nº 182/2006.....	56
Tabela 2.12- Princípios gerais da avaliação de riscos e Avaliação de riscos conforme Decreto-Lei nº 182/2006 de 6 de setembro .....	57
Tabela 2.13 - Medidas de controle de exposição ao ruído ocupacional conforme o Decreto-Lei n.º 182/2006 em função dos Valores de Ação inferior e superior .....	59
Tabela 2.14 - Exemplos de recomendações de exposição ao ruído de concertos na Europa e OMS .....	63
Tabela 2.15 - Limites de exposição ao ruído de fogo de artifício.....	65
Tabela 2.16 - Itens de interesse da ISO 20121:2012 relacionados a esta pesquisa.....	70
Tabela 3.1 - Eventos investigados por concelho e decisão adotada .....	81
Tabela 3.2 - Amostra mínima e amostra realizada por evento .....	84
Tabela 3.3 - Número de itens utilizados no inquérito com base na Escala de <i>Likert</i> .....	85
Tabela 3.4 - Interpretação da Medida de Adequação da Amostra de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin).....	90
Tabela 3.5 - Indicadores de ruído ambiental e ocupacional avaliados .....	93
Tabela 3.6 - Indicadores de ruído ambiental e ocupacionais avaliados em Eventos musicais .....	106
Tabela 5.1 - Frequências: Relação entre o Género e o Local da festa .....	146
Tabela 5.2 - Frequências: Relação entre a Faixa etária e o Local da festa.....	147
Tabela 5.3 - Item 3 do inquérito: -O som ouvido nesta festa/romaria é: .....	148
Tabela 5.4 - Frequências de percepções sobre o Ruído para os itens 4 a 13 do inquérito .....	148

Tabela 5.5 - Resultados agrupados de discordância e concordância de percepções sobre o Ruído	149
Tabela 5.6 - Estatísticas percepções sobre o ruído .....	150
Tabela 5.7 - Matriz de correlações de Pearson .....	154
Tabela 5.8 - Resultado do KMO e Teste de Bartlett .....	155
Tabela 5.9 - Comunalidades .....	155
Tabela 5.10 - Variância Total Explicada - Método de extração: Análise de Componentes Principais.....	156
Tabela 5.11 - Matriz Rodada pelo método Varimax com a normalização de <i>Kaiser</i> .....	156
Tabela 5.12 - Resultados da Análise Fatorial Exploratória .....	157
Tabela 5.13 -Dimensões da escala utilizada .....	158
Tabela 5.14 - Estatísticas de consistência interna: Fator 1 - Sintomas .....	158
Tabela 5.15 - Correlação item-total e efeito da eliminação de cada item: Fator 1 - Sintomas .....	158
Tabela 5.16 - Estatísticas de consistência interna: Fator 2 - Proteção auditiva .....	159
Tabela 5.17 - Correlação item-total e efeito da eliminação de cada item: Fator 2 - Proteção auditiva .....	159
Tabela 5.18 - Estatísticas das dimensões .....	160
Tabela 5.19 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações.....	161
Tabela 5.20 - Intervalos de confiança a 95% para a média das respostas às afirmações .....	163
Tabela 5.21 - Intervalos de confiança a 95% para a média dos fatores.....	165
Tabela 5.22 - Relação entre a opinião sobre o som ouvido na festa e o Local da festa .....	166
Tabela 5.23 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre as afirmações e os locais das festas.....	166
Tabela 5.24 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre os fatores e os locais das festas .....	168
Tabela 5.25 - Relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído produzido e o género .....	169
Tabela 5.26 - Estatística descritiva e testes t: Relações entre as afirmações e o género .....	169
Tabela 5.27 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre os fatores e o género .....	171
Tabela 5.28 - Recodificação de faixas etárias .....	172
Tabela 5.29 - Relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído produzido e a idade .....	172
Tabela 5.30 - Teste Komogorov-Sminorv: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição da concordância com as afirmações nas faixas etárias.....	173
Tabela 5.31 - Estatística descritiva e Testes de Kruskall-Wallis: Relações entre as afirmações e a idade .....	175
Tabela 5.32 - Teste Komogorov- Sminorv: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos fatores nas faixas etárias .....	177

Tabela 5.33 - Estatística descritiva e Testes de Kruskal-Wallis: Relações entre os fatores e a idade.....	177
Tabela 5.34 - Resultados em dB de $L_{Aeq}$ , $L_{Amin}$ , $L_{Amax}$ , $L_{A90}$ , $L_{A50}$ e $L_{A10}$ para ruído impulsivo e valor de $L_{Cpico}$ .....	179
Tabela 5.35 - Estatística dos parâmetros avaliados .....	180
Tabela 5.36 - Estatística descritiva e Testes t para uma amostra para $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ .....	181
Tabela 5.37 - Teste Komogorov-Sminorv: Verificação da normalidade da distribuição dos valores $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ nas duas classes (não piromusical e piromusical) .....	182
Tabela 5.38 - Resultado do teste t de Student para $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ . .....	182
Tabela 5.39 - Resultado da análise de frequência do ruído de fogo de artifício .....	184
Tabela 5.40 - distribuição de frequência do número de brinquedos avaliados por evento em cada concelho .....	188
Tabela 5.41 - Frequência de distribuição de brinquedos por categorias adulto e infantil.....	190
Tabela 5.42 - Estatística Descritiva dos indicadores $L_{Aeq}$ , $L_{Amin}$ , $L_{Amax}$ , $L_{A90}$ , $L_{A50}$ e $L_{A10}$ .....	190
Tabela 5.43 - Estatística descritiva para o $L_{Aeq}$ e Teste t para uma amostra.....	192
Tabela 5.44 - Estatística descritiva para o $L_{Amax}$ e teste t para uma amostra .....	192
Tabela 5.45 - Teste Komogorov-Sminorv: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos valores de $L_{Aeq}$ nos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães) ....	193
Tabela 5.46 - Estatística descritiva e Teste t para amostras independentes: Relação entre os valores de $L_{Aeq}$ e os locais (com ou sem fontes de som eletrônica) .....	193
Tabela 5.47 - Teste Komogorov-Sminorv: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos valores de $L_{Amax}$ nos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães) ..	194
Tabela 5.48 - Estatística descritiva e Testes do Sinal de <i>Wilcoxon</i> : Comparação entre o valor médio de $L_{Amax}$ com som eletrônico e sem som eletrônico(Gualterianas). .....	195
Tabela 5.49 - Valores de $L_{Amax}$ igual ou maior que 110 dB(A) .....	195
Tabela 5.50 - Valores para efeito de análise de ruído tonal e frequência com maior intensidade de ruído .....	196
Tabela 5.51 - Estatística descritiva e Testes t para amostras independentes: Relação entre os valores de $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ e a exposição adulta e infantil.....	197
Tabela 5.52 - Resultado para o $L_{EX,8h}$ e $L_{CPico}$ na posição dos operadores de som e/ou luz .....	198
Tabela 5.53 - Estatística descritiva e Teste t para uma amostra: Verificar se o valor médio de $L_{EX,8h}$ ultrapassa, na população, o valor de 87 dB(A) .....	199
Tabela 5.54 - Estatística descritiva e teste t para uma amostra: Verificar se o valor médio de pico, para a população, ficou abaixo do Limite de Ação Inferior de 135 dB(C) .....	200
Tabela 5.55 - resultados de $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ para os pontos mais próximos e os mais afastados do palco .....	201
Tabela 5.56 - Estatística descritiva para o $L_{Aeq}$ (ponto mais próximo) e Teste t para uma amostra.....	203

Tabela 5.57 - Resultado de avaliações do ruído ambiental em eventos sem operador de som/luz ..	204
Tabela 5.58 - Valores de $L_{Cpico}$ para eventos musicais em festas e romarias populares .....	206
Tabela 5.59 - Estatística descritiva de despique de bandas e orquestras filarmônicas .....	207
Tabela 5.60 - Teste de Normalidade para os indicadores $L_{Aeq}$ e $L_{Amax}$ .....	209
Tabela 5.61 - Resultado do Test t para uma amostra.....	209
Tabela 5.62 - Resultado do Test t para uma amostra.....	209
Tabela 5.63 - Indicadores de sustentabilidade ambiental para festas e romarias populares - agente ambiental ruído .....	211
Tabela 5.64 - Sistema de pontuação para análise de sustentabilidade .....	213
Tabela 5.65 - Análise da pontuação e ação a ser implementada .....	214
Tabela 5.66 - Planilha de análise de sustentabilidade de eventos .....	214
Tabela 5.67 - Vidros de proteção acústica especiais FeBa .....	219
Tabela 5.68 - Distâncias de segurança e valor teórico de exposição para os eventos avaliados .....	221
Tabela 5.69 - Proteção auricular para músicos .....	227

## SÍMBOLOS, ACRÔNIMOS E ABREVIATURAS

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ASHA -*American Speech-Language-Hearing Association*

BSI - *British Standard Institution*

CCE - Células Ciliadas Externas

CCI - Células Ciliadas Internas

CE – Comunidade Europeia

CEE – Comunidade Económica Europeia

CIM - Comunidades Intermunicipais

dB – decibel

dB(A) – decibel, filtrado por uma curva de ponderação tipo A

dB(A, imp.) - decibel, filtrado por uma curva de ponderação tipo A em circuito de resposta impulsivo

dB(C) – decibel, filtrado por uma curva de ponderação tipo C

EPI – Equipamento de Proteção Individual

EUA – Estados Unidos da América

f – frequência [Hz]

F – Constante de tempo *Fast*

FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

GAMP - Grande Área Metropolitana do Porto

h - hora

Hz – hertz

IAAPA - International Association of Amusement Parks and Attractions

I – Intensidade sonora [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]

$I_0$  - valor de referência de intensidade sonora [ $10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$ ]

INE – Instituto Nacional de Estatística

ISO – *International Standard Organization*

KMO- *Kaiser-Meyer- Olkin*

$L_{A10}$  – nível sonoro excedido em 10% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{A50}$  – nível sonoro excedido em 50% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{A95}$  – nível sonoro excedido em 95% do tempo de medição, ponderado A [dB]

$L_{Aeq}$  – nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A [dB]

$L_{Amax}$  – nível máximo de pressão sonora, ponderado A [dB]

$L_{Amin}$  - nível mínimo de pressão sonora, ponderado A [dB]

$L_{avg}$  – *Average Level* (Nível Médio) – Representa a média do nível de ruído durante um determinado período de tempo.

$L_{EX, 8h, efect}$  - Estimativa da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído durante o trabalho. Se, durante um dia de trabalho, um trabalhador está exposto a  $n$  diferentes tipos de ruído, e se, para efeito de avaliação, cada um desses ruídos foi analisado separadamente, a exposição pessoal diária desse trabalhador ao ruído durante o trabalho

$L_{EX, 8h}$  -Exposição pessoal diária ao ruído – o nível de ruído sonoro equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas (T0), que abrange todos os ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB (A)

$L_{eq}$  – nível de pressão sonora contínuo equivalente [dB]

$L_I$  - nível de intensidade sonora [dB]

$L_N$  – Nível de pressão sonora excedida em N% do tempo de medição [dB]

$L_p$  – Nível de pressão sonora [dB]

$L_{Cpico}$  – Nível de pressão sonora de pico [dB]

$L_W$  - Nível de potência sonora [dB]

m – metro

MAA - Medida de Adequação da Amostra

NCA - Noise Control Act

NEPA- National Environmental Policy Act

NIOSH - National Institute for Occupational Safety and Health

NP – Norma Portuguesa

NRR - Noise Reduction Rating

NUTS – Nomenclaturas de Unidades Territoriais, para fins estatísticos

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

OSHA - Occupational Safety and Health Administration

p – pressão sonora [Pa]

$p_0$  – pressão sonora de referência [ $2 \times 10^{-5}$ Pa]

Pa – pascal

PAIR – Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído

PAIRO.-. Perda Auditiva Induzida Pelo Ruído Ocupacional

PDCA - Plan - Do - Check - Act ou Adjus

PEL - Permissible Exposure Limits

PSP – Polícia de Segurança Pública

PTST -Post-Traumatic Stress Disorder

OMS – Organização Mundial de Saúde

REL - Recommended Exposure Limits

RGR – Regulamento Geral do Ruído

s – segundo

SIDS -Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.

SPL – Sound Pressure Level

t – tempo [s]

TAA – Trauma Acústico Agudo

TTS – Temporary Threshold Shift

TWA - Time Weighted Average



# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A poluição produzida pelo ruído não é um fenômeno novo para a humanidade. Os romanos, incomodados pelo ruído produzido pela passagem dos carros de rua da época, proibiram o movimento destes veículos à noite (Firdaus & Ahmad, 2010). Em Portugal, o Código Filipino (1580-1640) já trazia normativas relacionadas ao uso da música cantada e tocada, horários e punições (Costa, Crubelati, Lemes, & Montagnoli, 2011). Na primeira metade do século XX, Portugal aprovou em 1918 a necessidade de licença das cordoarias mecânicas sendo o ruído um dos fatores ambientais que levou a esta exigência ("Decreto nº 3882," 1918-03-05). Posteriormente, proíbe dentro das localidades, a partir de 1 de Janeiro de 1935, o uso em viaturas automóveis de sinais acústicos provocados por qualquer sistema de vácuo ou de ar comprimido, ou ainda de quaisquer outros, de som estridente, que originem os mesmos efeitos mais precisamente ("Decreto nº 24723," 1934-12-03). Na década de 1930, o Reino Unido aprovou sua legislação sobre ruído, seguido pela Irlanda em 1935, Luxemburgo em 1939 e Alemanha em 1953 (Rocha, 2010). Em 1969, os Estados Unidos da América, criou a sua Política Nacional de Meio Ambiente (NEPA) e em 1972 publicou a Lei de Redução da Poluição Sonora, mais conhecida como Lei de Controle de Ruído ("Noise Pollution and Abatement Act of 1972: Codification amended at 42 U.S.C, 1988," 1972).

A palavra ruído é originada do latim *Rugitus* implicando “sons indesejáveis” desagradáveis ou inesperados. Pode também ser associada a um som errado, no lugar errado e na hora errada (Firdaus & Ahmad, 2010). O ruído foi definido ainda como um som, incontrollável e imprevisível que perturba e irrita um indivíduo. Estas definições possuem caráter subjetivo, uma vez que, o que pode ser considerado música para algumas pessoas, para outras passa a ser um ruído. Este entendimento acabou gerando uma tendência para ver o ruído como um agente de incomodidade em primeiro lugar, e, em segundo, como um som que é considerado irritante para um indivíduo em um nível pessoal, o que resultou em ignorar o potencial danoso desse poluente. No entanto, um número crescente de pesquisas demonstrou que o ruído é mais do que irritante e incomodativo - é um risco para a saúde física e mental (Bronzaft, 2017).

O ruído é considerado atualmente um dos principais problemas relacionados à poluição ambiental sendo responsável pela produção de diversos efeitos negativos na saúde humana, produzindo custos econômicos e sociais elevados (Baser, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., et al., 2014; OMS, 2011). Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), mais de 1 milhão de anos de vida são perdidos anualmente por causa da exposição ao ruído ambiente nos Estados membros da Comunidade Europeia. A maioria desta perda pode ser atribuída à perturbação e incômodo ao sono induzida por ruído (OMS, 2011).

## 1.2. FESTAS, ROMARIAS POPULARES E O RUÍDO

Cerimônias e eventos populares existem em todo planeta e, em muitos casos, estão associados a festividades que buscam preservar a cultura e a religiosidade de uma nação, aproximar os povos e ainda desenvolver o turismo, produzindo movimentação da economia local, gerando empregos e lazer, o que as torna um patrimônio imaterial que deve ser preservado. Diversos são os tipos de lazer de interesse humano, nos quais se incluem as festas e romarias populares que promovem a presença e aglomeração de um número acentuado de pessoas, atraídos pelos concertos musicais, instalações de parques de diversões e shows de pirotecnia.

Em Portugal, ocorrem por todo o país, festas e romarias populares, algumas com duração de um final de semana e outras que ultrapassam os trinta dias, com horário de funcionamento muito variável, desde o período diurno e de final da tarde, até as que se desenrolam durante toda a noite e continuando no dia seguinte. O espírito presente nestes eventos pode ser verificado na *Cantiga de Romaria* transcrita a seguir (Ferreira, 1999).

“As **festas e romarias**, tão caras à alma do nosso povo, crente e folgazão, têm uma função simultaneamente religiosa e social.

A elas afluem, de todas as partes por onde andam dispersos, os filhos da terra, para alimentar a fé que os liga à sua igreja e fortalecer as raízes que os ligam ao seu torrão natal.

Nelas se robustecem velhas amizades e se criam outras novas, embora, às vezes, se gerem também discórdias, porque o calor aperta e o vinho sobe à cabeça dos romeiros, o que felizmente se vai tornando cada vez mais raro.

Depois de satisfeitas as devoções e cumpridos os votos, vá de dar largas à emoção e à alegria, num convívio salutar e fraterno, com os parentes e amigos, cantando e dançando, no largo da igreja ou no recinto da ermida” Joaquim Alves Ferreira.

Neste cenário, é evidente que a presença do ruído pode ser um fator de alegria e agradável lazer para os participantes, mas também uma fonte sonora com poder de gerar danos aos profissionais que trabalham no evento, aos próprios participantes e para a comunidade habitacional do entorno. Diversas são as fontes de ruído nestes eventos tais como as geradas pelo show de fogo de artifício, presente na grande maioria dos eventos, os equipamentos sonoros de alta potência, utilizados nos concertos musicais, nos parques de diversões e em alguns casos durante os shows piromusicais. Também não se pode desprezar o ruído produzido pelos gritos das pessoas nos parques de diversões nem o oriundo do tráfego provocado pela incidência de um número maior de veículos na região dos eventos.

O ruído de alta intensidade é comum, principalmente o produzido durante a explosão de fogos de artifício e nos shows musicais, cuja variação de estilo, pode produzir sons menos ou mais intensos, mas sempre é compensada pela amplificação com equipamentos eletrônicos.

Durante a realização destes eventos, se pode observar a presença de mulheres grávidas, bebês, crianças, jovens, adultos jovens, adultos e idosos, constituindo alguns destes, grupos mais vulneráveis de exposição ao ruído (Fyhri & Aasvang, 2010).

Para a prevenção primária de efeitos adversos à saúde subclínica da população relacionada ao ruído noturno, a Organização Mundial de Saúde recomenda que a população não deve ser exposta a níveis de

ruído noturno no interior de edificações acima de 40 dB(A) (Fyhri & Aasvang, 2010). Este valor visa proteger o público em geral. No entanto, para os grupos considerados mais vulneráveis aos efeitos negativos produzidos pelo ruído noturno como crianças, doentes crónicos, mulheres grávidas e idosos, a OMS considera que estes são afetados para valores entre 30 e 40 dB(A) (Fyhri & Aasvang, 2010; Health, 2009).

### 1.3. BREVE CARACTERIZAÇÃO DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES

Em Portugal ocorrem por ano cerca de 14.282 eventos distribuídos pelo país conforme a Tabela 1.1 a seguir. Destes, cerca de 100 referem-se ao Carnaval, evento que não faz parte do escopo desta pesquisa.

Tabela 1.1 - Número de Eventos por Distrito/Região.  
Adaptado (Pinto, 2008)

Distrito/Região	Número de eventos
Angra do Heroísmo	172
Aveiro	993
Beja	205
Braga	1.340
Bragança	1.028
Castelo Branco	629
Coimbra	1.042
Évora	182
Faro	364
Funchal	273
Guarda	957
Horta	213
Leiria	725
Lisboa	753
Ponta Delgada	217
Portalegre	262
Porto	1.000
Santarém	599
Setúbal	194
Viana do Castelo	971

Distrito/Região	Número de eventos
Vila Real	858
Viseu	1.307
Total	14.282

As festas e romarias populares em Portugal ocorrem durante todo o ano pelo país afora, porém, a estação do ano em que mais ocorrem é o Verão, com cerca de 6.900, seguido da primavera com pouco mais de 4.100 e o restante no outono e inverno com o mesmo número aproximado (Pinto, 2008).

Em relação à sua distribuição ao longo do ano, o maior número de eventos ocorre no mês de agosto, com um total de 3.600 eventos, seguido pelo mês de junho com 2.000, e em seguida os meses de julho e setembro com 1.500 eventos cada um e o mês de maio com 1.000 conforme pode ser observado na Figura 1.1 a seguir.

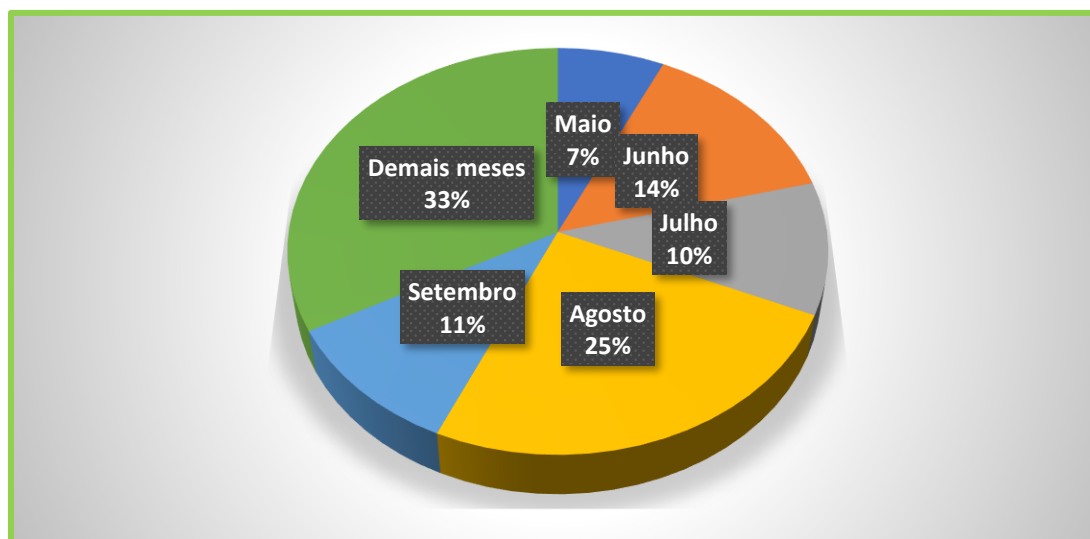


Figura 1.1 - Distribuição de festas e romarias ao longo do ano em Portugal

Fonte: Adaptado de (Pinto, 2008)

O Santo mais festejado no país é o Santo Antônio, seguido por São Sebastião, São João e São Pedro respectivamente. Em relação às Santas, a mais festejada é a Santa Bárbara, seguida pela Santa Luzia, Santa Ana e Santa Euféria. Entre as Santas de nome Maria, as mais invocadas são a de Sr.<sup>a</sup> de Fátima, seguida por Sr.<sup>a</sup> da Conceição, Sr.<sup>a</sup> do Rosário e Sr.<sup>a</sup> da Saúde. Em relação aos Distritos no qual foram realizados os experimentos os Santos mais festejados são o São João, no Porto, correspondendo a 3,82% dos eventos do Distrito. Nos Distritos de Viana do Castelo e Viseu o Santo mais festejado é o de Santo Antônio, com 7,89% e 5,25% dos eventos de cada um destes (Pinto, 2008).

O investimento nestes tipos de eventos, ligados ao chamado turismo cultural e religioso tem sido uma aposta dos Concelhos de Portugal visando alavancar a economia local, uma vez que estes, conforme o caso, atraem milhares de pessoas. Nos maiores eventos, estima-se que circulam de um a dois milhões de pessoas pelas ruas das cidades, o que tem sido festejado pelos organizadores, uma vez que isto corresponde a milhares de euros circulando pelos municípios. Segundo a Associação de Turismo do

Porto e do Norte, durante a Festa de São João da cidade do Porto, uma das maiores de Portugal, a taxa de ocupação dos hotéis de quatro e cinco estrelas ficou em 90% três semanas antes do principal dia do evento no ano de 2017 (RTP NOTÍCIAS, 2017). Calcula-se que mais de meio milhão de pessoas estiveram presentes nas principais zonas da festa durante a noite de São João (Público, 2017).

Um estudo realizado no Concelho de Viana do Castelo, na região norte de Portugal, durante a Festa de Nossa Senhora d'Agonia de 2014, também considerada uma das maiores e mais antigas do país, mostrou que, segundo o seu presidente da comissão de festas, ocorreu um investimento da ordem de 234.000 euros. Este estudo realizou 489 inquéritos e concluiu que cada visitante estava disposto a gastar em média um valor em torno de 282,33 euros durante o evento, conforme mostra a Tabela 1.2 a seguir (Moura, Moura, Cardoso, Escalera, & Almeida, 2015).

Tabela 1.2 - Valores de gastos médios dos visitantes entrevistados (euros)  
(Moura et al., 2015)

Atividades da Festa	Alimentação	Alojamento	Compras	Transportes	Artesanato	Artes
46,41	51,83	54,90	55,63	24,58	26,05	23,48

Segundo este estudo, a estimativa total de gastos dos turistas, considerando o número de participantes ficou na ordem de 12.436.220 euros.

Com base no exposto anteriormente se pode concluir que o impacto econômico destes eventos é muito significativo, gerando inúmeras oportunidades de trabalho e rendimentos para a população local, do entorno e de vários locais do país, uma vez que, dada a sazonalidade do evento, os feirantes migram para as festas conforme interesses e possibilidades de cada um. Um outro aspecto muito relevante é que estes eventos promovem uma maior arrecadação de impostos para o país, o que beneficia toda a sua população.

#### 1.4. O PROBLEMA DE PESQUISA

Festas e romarias populares existem em quase todo planeta e em muitos casos estão associadas a festividades que buscam preservar a cultura e a religiosidade de uma nação, aproximar os povos e ainda oportunizar o turismo, produzindo movimentação da economia local, gerando empregos e lazer, o que as torna um património imaterial que deve ser preservado.

Neste contexto, onde muitas vezes o sagrado e o profano se fazem presente, o ruído surge como um agente que pode comprometer a sustentabilidade destes eventos, a qualidade ambiental do entorno, a saúde e qualidade de vida da população em geral em função dos diversos efeitos negativos que pode gerar às partes interessadas.

Considerando esta realidade a presente tese pretendeu responder à seguinte questão de pesquisa:

*É possível realizar festas e romarias populares dentro de padrões aceitáveis de exposição ao ruído sem comprometer o interesse pelo evento assim como a saúde e qualidade de vida de trabalhadores e população exposta?*

## **1.5. OBJETIVOS DA TESE**

Visando investigar e compreender o fenômeno acústico presente nas festas e romarias de Portugal, mais especificamente na sua região norte, os seguintes objetivos foram traçados neste trabalho.

Nesta investigação os eventos de interesse foram selecionados considerando apenas aqueles nos quais apresentassem, simultaneamente, as três condições abaixo:

Fogos de artifícios, seja eventos piromusicais ou não piromusicais;

Apresentações musicais, considerando aqui qualquer tipo de manifestação cultural ocorridas nos eventos;

Parque de diversões instalados nos eventos.

### **1.5.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar e compreender o fenômeno acústico presente nas festas e romarias da região norte de Portugal, considerando os aspectos relacionados à percepção da população ao risco de exposição, analisando a intensidade e o comportamento do espectro do ruído produzidos, identificando possíveis ameaças à saúde e qualidade de vida das pessoas presentes, seja em atividades de lazer ou ocupacional, averiguando possíveis danos à sustentabilidade dos eventos de interesse bem como apontando as melhores práticas de gestão para estes acontecimentos.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogo de artifício em festas e romarias populares;
- Avaliar a intensidade do ruído ambiental produzido em festas e romarias populares bem como o ruído ocupacional de operadores de som e luz presentes nos eventos investigados;
- Elaborar um guia para a avaliação de sustentabilidade para eventos desta natureza, considerando o agente ambiental ruído;
- Propor medidas para a gestão do fenômeno acústico investigado.

## **1.6. ESTRUTURA DA TESE**

A presente tese está dividida em 06 capítulos sendo esta introdução inserida no Capítulo 1 com o propósito, de modo sucinto, se realizar um contexto do tema e o seu escopo.

No Capítulo 2 está descrito a revisão de literatura do tema, em particular os riscos relacionados à exposição ao ruído ocupacional e ambiental no contexto dos eventos investigados. Buscou-se ainda um enquadramento legal e normativo do tema. Neste capítulo, foi inserido um item de extrema relevância no qual é abordado o tema ruído e sustentabilidade de eventos desta natureza.

No Capítulo 3 a metodologia de seleção de amostras, suas limitações em relação ao seu tamanho e descrição de como foram realizadas as avaliações de campo. A metodologia utilizada para atingir cada um dos objetivos específicos deste trabalho também foi descrita neste capítulo.

No Capítulo 4 é apresentada a caracterização dos locais e eventos considerados válidos para os objetivos desta tese. Nele se pode verificar a beleza e importância de concelhos portugueses, os eventos, sua dimensão, alegria, a fé, o orgulho e dedicação das comunidades. O cuidado dos organizadores na busca da realização de um evento que traga satisfação para o público e que seja ao mesmo tempo uma

oportunidade de realização dos mais variados negócios, incrementando o turismo pode ser verificado neste capítulo.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados, seu tratamento estatístico, análise e discussões. Nele são apresentados os resultados de inquéritos, estudos comparativos e diversos testes de hipóteses visando a generalização de alguns destes resultados. Neste capítulo também são apresentadas sugestões de melhores práticas para o controle do ruído produzido nos eventos.

No Capítulo 6 as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros são apresentados, bem como a justificativa da necessidade do prosseguimento de pesquisas sobre o tema na linha de investigação.

Após o capítulo 6 temos a bibliografia utilizada e logo em seguida os apêndices.

### **1.7. CONTRIBUIÇÃO E ORIGINALIDADE DA TESE**

Considerando a análise sobre o fenômeno acústico investigado, a presente tese contribuiu de modo decisivo ao lançar luz num problema grave e “oculto” presente em festas e romarias, que vem a ser os altíssimos níveis de ruído encontrados nestes eventos. De modo lamentável, famílias inteiras e profissionais, os mais variados, estão expostos a ruídos cujas intensidades, em muitos casos, são mais elevadas que o de tráfego rodoviário, máquinas e equipamentos industriais e ainda comparáveis ao dos produzidos em aeroportos.

Embora se possa argumentar que se trata de uma exposição de curta duração, os valores encontrados podem ser capazes de produzir danos imediatos e irreversíveis, sobretudo considerando a presença muito comum de bebês e crianças nestes eventos. Por outro lado, esta justificativa não se aplica, por exemplo, aos profissionais, tais como músicos, operadores de som e de luz, policiais, bombeiros, feirantes e os responsáveis pelos show de pirotecnia, uma vez que as festas ocorrem durante todo o ano, de tal forma que muitos estão apenas mudando de local, encontrando-se expostos a níveis de ruído semelhantes, contribuindo assim para uma exposição crônica em níveis perigosos.

Esta tese, contribui de modo efetivo ao chamar a atenção para o problema de exposição ao ruído num momento de lazer da população, mas que, por absoluta falta de informação, desconhece que está comprometendo a sua qualidade de vida a pequeno, médio e longo prazo, o que constitui um grave problema de Saúde Pública. Não se pode negligenciar o facto de que muitos jovens presentes nestes eventos utilizam quase que diuturnamente aparelhos com fones de ouvidos frequentam durante outros finais de semana ambientes com músicas em níveis elevados e que parte desta população é exposta ao ruído ocupacional, nem sempre controlado, o que aumenta a exposição e probabilidade de dano.

Além disso, esta tese contribui para alertar o poder público no sentido de estabelecer políticas públicas para estes tipos de eventos, uma vez que a preocupação, neste aspecto, tem sido apenas dar uma “licença para poluir” não se atendo aos graves problemas gerados ao contribuinte, que por absoluta falta de informação participa dos eventos sem nenhuma medida de proteção.

Ao fomentar o debate sobre a sustentabilidade de eventos desta natureza, a presente tese alerta para o facto de que o respeito às gerações atuais e futuras não pode e não tem como se limitar unicamente em aspectos econômicos, uma vez que a questão socioambiental, cultural, político, científica, tecnológica e territorial fazem parte deste contexto, tendo a ética como princípio norteador transdisciplinar e interdisciplinar nas relações com todas as partes interessadas (*stakeholders*).

Ao apresentar medidas que visem a mitigação do impacto ambiental e social adversos produzidos nestes eventos, esta tese inova ao propor medidas simples e de custo baixo, que podem ser suportadas pelos organizadores e contribuintes.

Por fim, mas não menos importante, esta tese contribuiu para a formação e crescimento do autor como investigador, o qual neste trabalho pretende contribuir para uma transformação positiva no que pese aos impactos ambientais adversos produzido pelo ruído nestes tipos de eventos.

Em relação à originalidade, condição obrigatória numa tese de doutorado, há que se fazer aqui uma breve análise deste termo.

Segundo a *European Universities Association*, a originalidade, comumente associada à produção de conhecimentos, está cada vez mais sendo vista como inerente à criatividade e à inovação (Baptista et al., 2015). A originalidade pode ser definida como algo novo, mas não necessariamente precisa ser aplicável ou relevante. Por sua vez, a criatividade implica que uma contribuição (como uma tese de doutorado) deve ser tanto nova (original) quanto relevante ou aplicável (Baptista et al., 2015).

A Declaração de Lisboa (Baptista et al., 2015) sobre o propósito das universidades europeias estabelece fortemente uma ligação entre a pesquisa universitária com a inovação, enfatizando a importância da "capacidade de promover a inovação cultural, social e tecnológica" das universidades e que o enfrentamento de desafios requer inovação tecnológica e social que irá resolver os problemas à medida que surjam e garantir o sucesso econômico. Assim, a inovação como parte da pesquisa de doutorado privilegia a produção de conhecimento que é economicamente útil, seja em termos de avanços tecnológicos ou de uso social. A inovação tecnológica está tipicamente ligada a tecnologias comercializáveis, por exemplo, desenvolvendo patentes. A inovação social se relacionaria com pesquisas aplicadas visando melhorar as condições sociais ou resolver problemas sociais.

Neste contexto, considerando os aspectos de originalidade interligado à criatividade e inovação, esta tese atende a estes requisitos considerando que:

- Enquanto a maioria das teses sobre o tema em ruído em festas populares resume-se aos produzidos em shows musicais, em particular produzida em carnavais, e alguns raros em shows de pirotecnia, esta tese além de investigar ambos os fenômenos, vai além ao acrescentar uma terceira componente que é o do ruído produzido por parques de diversões presentes nos eventos;
- Ao incluir um estudo sobre a percepção ao risco de exposição ao ruído produzido por fogos de artifício em eventos de interesse, possibilita ao Poder Público, de modo original, ou seja, novo, relevante, aplicável e socialmente inovador, adotar medidas necessárias e por vezes suficientes diante da problemática abordada;
- Em função de não existir uma metodologia definida em padrões normativos para avaliação do fenômeno acústico investigado, o autor necessitou desenvolver um método próprio, que pudesse ser reprodutível em situações similares;
- Considerando o caráter social da inovação, esta tese apresenta medidas para mitigação do ruído, de baixo custo e adequadas a realidade de cada evento, de modo a não comprometer a sustentabilidade nos seus aspectos sociais e ambientais, diminuindo o seu nível de risco e impactos ambientais adversos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população em geral.



## 2. CONCEITOS TEÓRICOS E FUNDAMENTOS EM ACÚSTICA

### 2.1. SETORES DE INTERESSE DOS ESTUDOS ACÚSTICOS

A acústica pode ser definida como a ciência do som. Seu estudo abrange desde a geração, transmissão e os efeitos do som, seja no ser humano, animais, gases, sólidos e líquidos. Diferentes setores de interesse dos estudos acústicos podem ser observados no diagrama proposto por Lindsay (Bistafa, 2011) conforme mostra a Figura 2.1 a seguir.

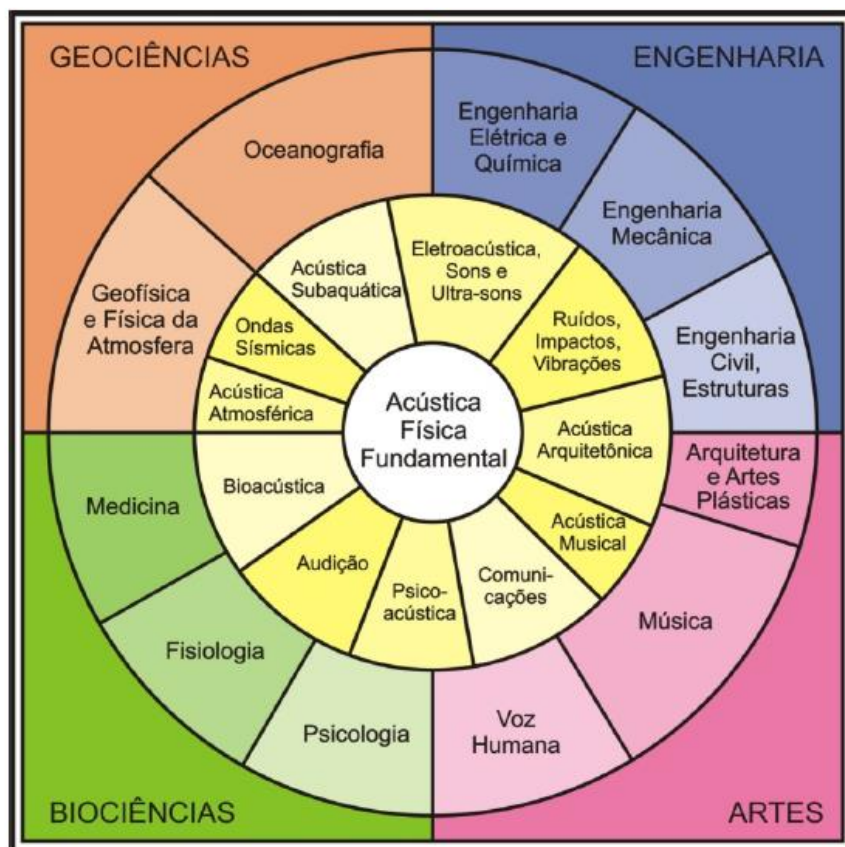


Figura 2.1 - Diferentes setores de estudos acústicos

Fonte( <http://www.inadbrasil.org/wp-content/uploads/2011/02/FiguraAcustica.jpg> )

Nos cantos do diagrama se pode ler os quatro grupos de habilitações culturais (Engenharia, Artes, Biociências, Geociências) que se dedicam aos estudos e aplicações da Acústica. No centro do diagrama encontra-se a Acústica Física Fundamental, que é a base de toda a Acústica. Os diversos setores da Acústica Física Fundamental são observados no anel intermediário. Por sua vez, estes setores dialogam com os do anel maior, que são as aplicações profissionais da Acústica.

## 2.2. SOM E RUÍDO

O Som é uma forma de energia que se propaga em meios elásticos. Em função da resistência do meio de propagação ao seu deslocamento (atrito devido à viscosidade, inércia, obstáculos, entre outros) esta energia é, em parte, devolvida a este de duas maneiras. Pode ocorrer a diminuição do seu momento linear, produzindo vibração do meio ou transformando sua energia cinética em energia na forma de calor. Na realidade, já a partir da fonte sonora, só parte da energia transmitida ao meio dá origem a uma vibração sonora, enquanto a restante é transformada em calor. As vibrações sonoras produzidas se propagam na forma de onda longitudinal, formando zonas de compressões e rarefações sucessivas (Figura 2.2). Uma vez que a propagação ocorre em meios elásticos, sua velocidade de propagação é em função das propriedades do meio tais como módulo de elasticidade e densidade.

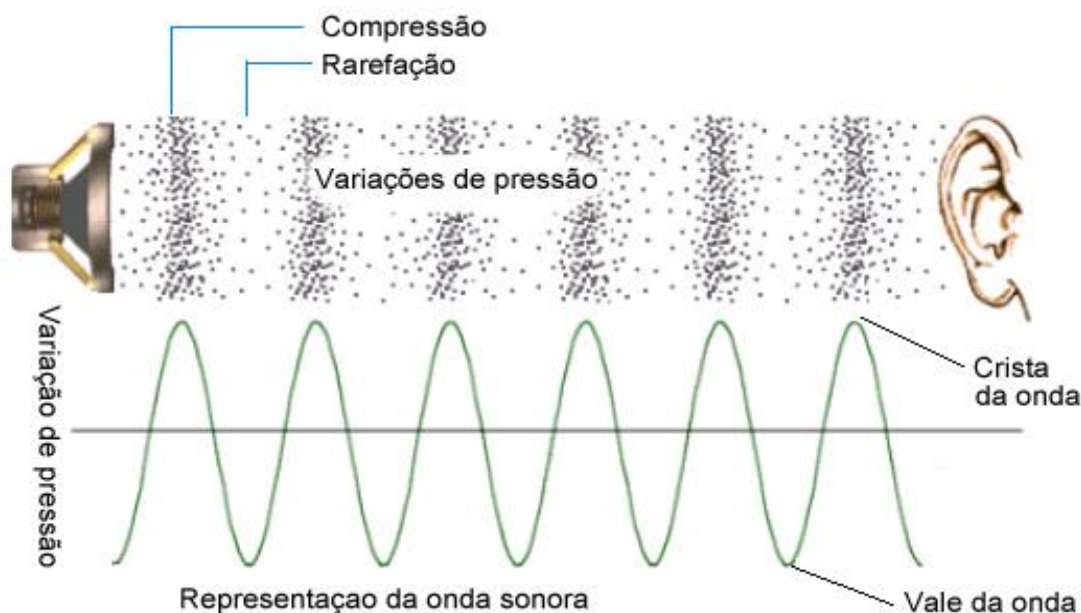


Figura 2.2 - Produção e propagação das ondas sonoras e suas zonas de compressão e rarefação  
Fonte - (<http://physics.tutorvista.com/waves/sound-reflection.html>, adaptado)

Quando as ondas sonoras chegam até o cérebro, este pode interpretar a informação processada de duas maneiras. Caso tenha uma interpretação agradável ou com significado considera o que se ouve como um som; caso tenha uma interpretação desagradável ou sem significado considera como ruído.

Entretanto, definir o ruído como um som indesejável é um julgamento que depende do contexto. O sobrevoio de um helicóptero a depender do contexto pode ser classificado como ruído, se por exemplo estiver relacionado com a necessidade de dormir ou no caso de um naufrago, em um bote salva-vidas,

no meio do Oceano Atlântico, aflito pela chegada do resgate, certamente o entendimento será outro (Bistafa, 2011). Por outro lado, a ideia de que o que o ruído não tem significado também pode ser relativa em função de que, quando determinados equipamentos geram ruído diferente do rotineiro, pode significar a necessidade de manutenção do equipamento ou seu uso de modo inadequado.

Pode-se diferenciar o som do ruído por meio da análise harmônica dos sons. Assim, aquelas sensações agradáveis que classificamos como som, são formados por uma nota fundamental acompanhada de um número limitado de harmônicas, cuja característica mais importante é apresentarem uma intensidade pequena em relação à fundamental que é dominante. Já os ruídos, por sua vez, causam sensações tanto menos agradáveis, quanto maior é o número de notas que o compõem e mais alta sua frequência. Na voz humana, as consoantes se comportam como ruídos, enquanto as vogais se comportam como sons, nos quais há sempre uma nota de frequência que é dominante qualquer que seja a pessoa que a produza, acompanhada de determinadas harmônicas que lhe dão o timbre característico (Miguel, 2012).

A subjetividade que existe em relação ao entendimento de som ou ruído, desaparece quando existe um padrão normativo. Neste sentido, a *International Standard Organization* publicou em 1973 a ISO 2204 que classifica o ruído segundo a variação de seu nível de intensidade com o tempo (*Guide to the Measurement of Acustical Noise and Evaluation of its Effects on Man*, 1973).

De acordo com esta norma, os ruídos podem ser classificados como:

- Contínuo: ruído com variações de níveis desprezíveis durante o período de observação; até  $\pm 3$  dB.
- Intermitente: ruído cujo nível varia continuamente de um valor apreciável durante o período de observação; superior a  $\pm 3$  dB.
- Ruído de impacto ou impulso: ruído que se apresenta em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo.

Um ruído também pode ser descrito pelo seu espectro de frequências, pelas variações de nível com o tempo e pelas características do campo sonoro.

A Tabela 2.1 a seguir mostra os descritores de espectro de frequências e tempo e a Tabela 2.2 mostra o descritor campo sonoro.

Tabela 2.1 - Descritores Espectro de frequência e de tempo

Adaptado de (Miguel, 2012)

Descritor	Classificação		Observações
Espectro de frequências	Contínuo		
	Sons puros audíveis		
Tempo	Estacionário/Uniforme		Quando a diferença entre o máximo e mínimo do nível sonoro for inferior a 5 dB(A), medidos com características de resposta lenta, medição efetuada com elevado amortecimento e um tempo de integração de aproximadamente 1 s, durante o período de avaliação – (Ruído estacionário).
	Não estacionário	Flutuante	Nível que varia continuamente e numa extensão apreciável do ruído de fundo durante o período de avaliação.

Descritor	Classificação	Observações
	Intermitente	Nível que desce abruptamente para o nível de ruído de fundo várias vezes durante o período de avaliação, mantendo-se constante durante um tempo de aproximadamente 1 s ou mais.
	Impulsivo	Um ou mais impulsos violentos de energia com uma duração igual ou inferior a 1s e separados por mais de 0,2s. – Verifica-se a condição de ruído impulsivo quando a diferença entre o pico do nível de pressão sonora (valor máximo em dB) e o nível sonoro contínuo equivalente (dB(A)) num período superior a 5 min, é 20 dB.

Tabela 2.2 - Descritor campo sonoro  
Adaptado de (Miguel, 2012)

Características do campo sonoro	Livre	Campo sonoro numa área afastado de superfícies refletoras
	Reverberante	Porção do campo sonoro num recinto de ensaio em que a influência do som emitido pela fonte é desprezável
	Semi-reverberante	Campo sonoro que prevalece num recinto amplo com superfície moderadamente refletora.
	Divergente hemisfericamente	Campo sonoro de uma fonte omnidirecional, fonte sonora que permite a mesma quantidade de energia em todas as direções, que está situada próximo de uma superfície refletora rígida (geralmente o solo) mas livre de outras obstruções

### 2.3. QUALIDADES DA ONDA SONORA

A maneira pela qual um ser humano pode distinguir os sons uns dos outros está relacionada com as qualidades da onda sonora: altura, intensidade e timbre. Essas qualidades fisiológicas estão relacionadas às diferentes propriedades das ondas sonoras.

#### Altura

A altura é a qualidade fisiológica que nos permite distinguir os sons graves dos agudos. Em termos físicos, essa qualidade está associada à frequência das ondas sonoras: às frequências baixas correspondem sons graves e às frequências altas, sons agudos (Figura 2.3).

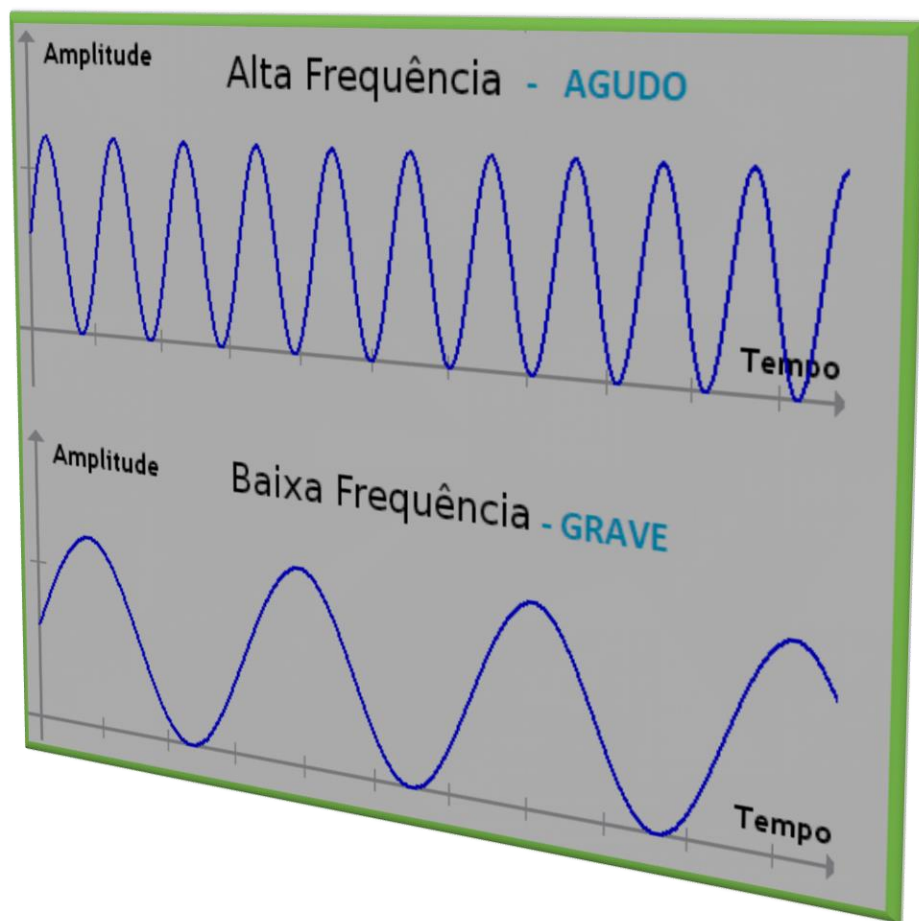


Figura 2.3 - Altura de uma onda

Fonte: ( <http://beatrizsousa99.blogspot.pt/2013/03/Adaptado>)

## Intensidade

Intensidade é a qualidade fisiológica que nos permite distinguir os sons fortes dos fracos (Figura 2.4). Em termos físicos, intensidade é a quantidade de energia transportada pela onda sonora através de uma superfície de área unitária perpendicular à direção de propagação por unidade de tempo. A intensidade de uma onda é proporcional ao quadrado da sua amplitude. No caso de uma onda sonora, a amplitude é dada pela diferença entre a pressão de uma região de compressão (ou de rarefação) máxima e à pressão atmosférica normal. No Sistema Internacional, a unidade de intensidade é  $\text{W/m}^2$ .

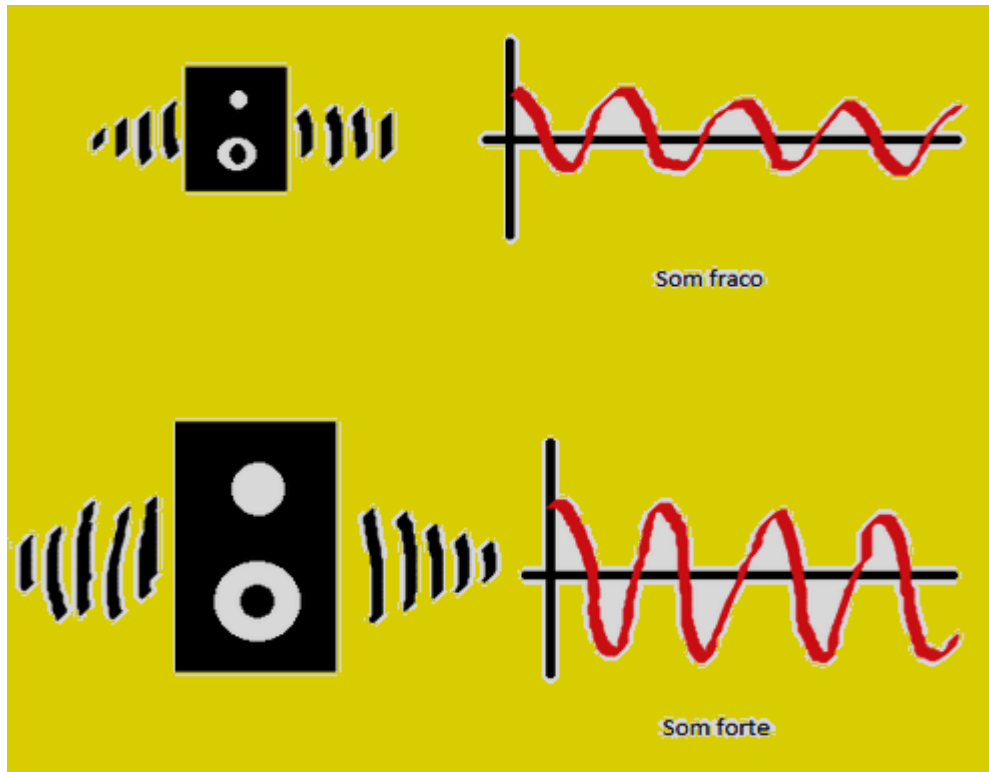


Figura 2.4 - Intensidade de uma onda

Fonte: (<https://pt-static.z-dn.net/files/dfc/5a2ff1f03199fc2cc05d37e9d7a83ef8.png>, Adaptado)

Para uma frequência de 1000 Hz os níveis mínimo e máximo de intensidade sonora que percebemos são definidos conforme a Tabela 2.3 a seguir:

Tabela 2.3 - Limiar de audição e de dor para a frequência de 1000Hz  
(*Guide to the Measurement of Acoustical Noise and Evaluation of its Effects on Man*, 1973)

Limiar de Audição	$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$	$L(I) = 10 \log(I/I_0) = 0 \text{ dB}$ – Quando $I = I_0$
Limiar de Dor	$I = 1 \text{ W/m}^2$	$L(I) = 10 \log(I/I_0) = 120 \text{ dB}$

## Timbre

Timbre é a qualidade fisiológica que nos permite distinguir os sons de diferentes instrumentos mesmo que eles estejam produzindo a mesma nota musical (mesma frequência). Cada onda sonora apresenta um formato característico, que depende do material que produziu o som. Isso é o que define o timbre do som. Por exemplo, a nota Dó tocada no violão tem um som muito diferente da nota Dó tocada no teclado ou na flauta. Isso significa que esses instrumentos possuem timbres diferentes. Um diapasão, por exemplo, produz uma onda sonora pura, isto é, associada a uma única frequência. Os instrumentos musicais, ao contrário, produzem ondas mais complexas, que resultam da superposição do modo fundamental (que define a nota) com um conjunto de harmônicos superiores. O conjunto e a intensidade desses harmônicos diferem de um instrumento para outro e definem o timbre do instrumento. A Figura 2.5 a seguir mostra formas de onda de voz e de instrumentos ilustrando os diferentes timbres.



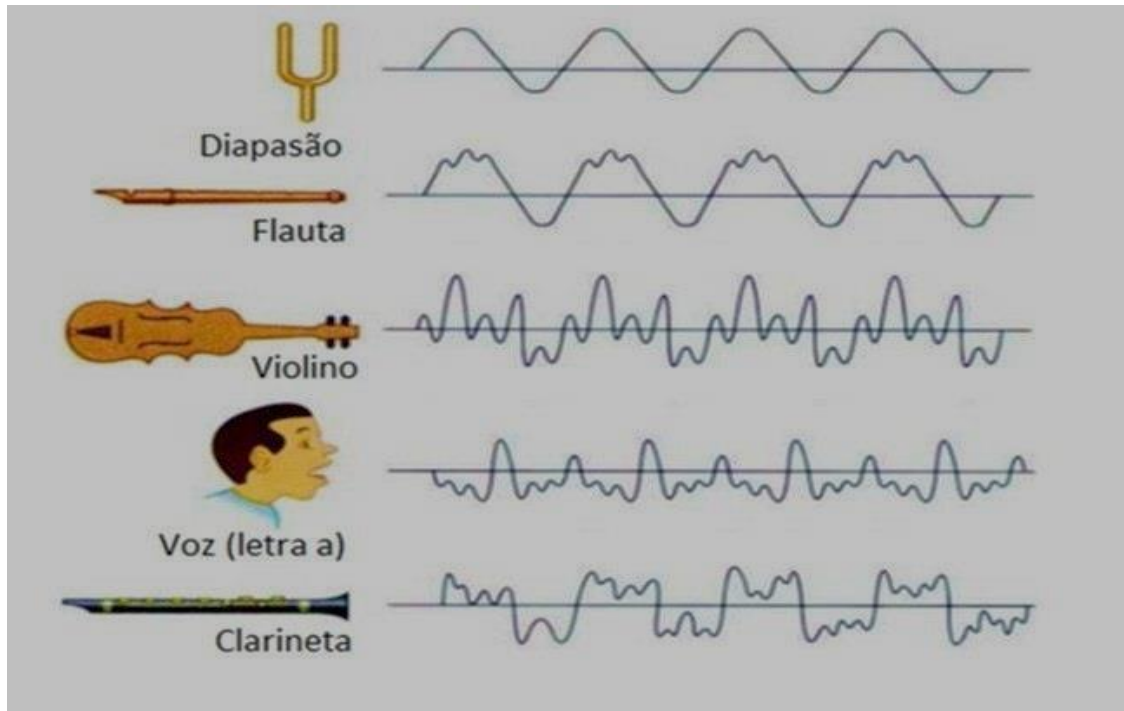


Figura 2.5 - Diferentes formas de onda de instrumentos e voz ilustrando o timbre

Fonte: (<https://byjus.com/physics/timbre/>, adaptado)

## 2.4. FREQUÊNCIA

A Frequência de um som tem uma grande importância quando se pretende descrever o sinal sonoro, servindo, por vezes, para diferenciar fontes sonoras a emitir em simultâneo. Esta é expressa em unidades de ciclos por segundo, ou hertz (Hz), em homenagem ao físico Heinrich Hertz (1857-1894).

Frequência ( $f$ ) é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som. Para uma onda sonora em propagação, é o número de ondas que passam por um determinado referencial em um intervalo de tempo.

Quando jovem e com audição normal, o ouvido humano é sensível a frequências entre os 20 Hz e os 20 kHz, reduzindo-se com a idade. Os sons de frequências inferiores a 20 Hz são denominados infrassons, enquanto que os sons de frequências superiores a 20 kHz denominam-se ultrassons (Figura 2.6). A faixa de frequência compreendida entre 20Hz e 20.000Hz é conhecida com “faixa audível”.

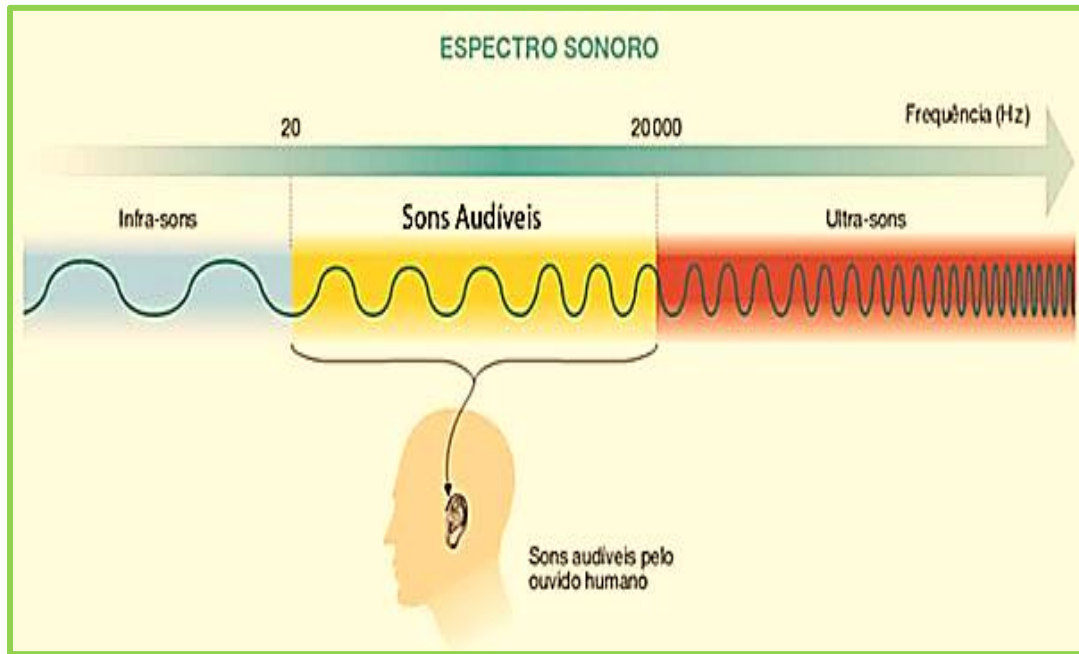


Figura 2.6 - Espectro sonoro

Fonte: ([http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f\\_07.html](http://www.aulas-fisica-quimica.com/8f_07.html))

Em acústica é comum dividir a chamada faixa audível em partes, conhecido como bandas. As bandas de frequência não são mais de que um agrupamento de frequências compreendido entre um limite inferior ( $f_1$ ) e um limite superior ( $f_2$ ), com um valor médio ( $f_0$ ) denominado por frequência central e definida conforme a equação 2.1 a seguir:

$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2} \quad \text{equação 2.1}$$

A largura das bandas (B) representa a diferença entre os limites superior e inferior conforme a equação 2.2 a seguir:

$$B = f_2 - f_1 = \frac{2^k - 1}{\sqrt{2^k}} \quad \text{equação 2.2}$$

Pode-se obter  $f_1$  e  $f_2$  pela equação 2.3 e pela equação 2.4. O valor de K pode ser 1 em se tratando de banda de 1/1 oitava ou 1/3 se for uma banda 1/3 de oitava.

$$f_1 = f_0 2^{-k/2} \quad \text{equação 2.3}$$

$$f_2 = f_0 2^{k/2} \quad \text{equação 2.4}$$



Na avaliação de ruído, tanto do ponto de vista de ambiental quanto do ponto de vista ocupacional, embora existam bandas de frequência de várias larguras, são utilizadas apenas as bandas de 1/1 oitava e de 1/3 de oitava, compreendidas entre os 125 Hz e os 4000 Hz (Tabela 2.4 e Figura 2.7).

Tabela 2.4 - Bandas de frequência utilizadas em Acústica Ambiental e Ocupacional  
Adaptado (Fasold & Veres, 2003)

	Frequencias graves						Frequencias médias						Frequencias agudas					
Oitava	125			250			500			1000			2000			4000		
1/3 Oitava	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000

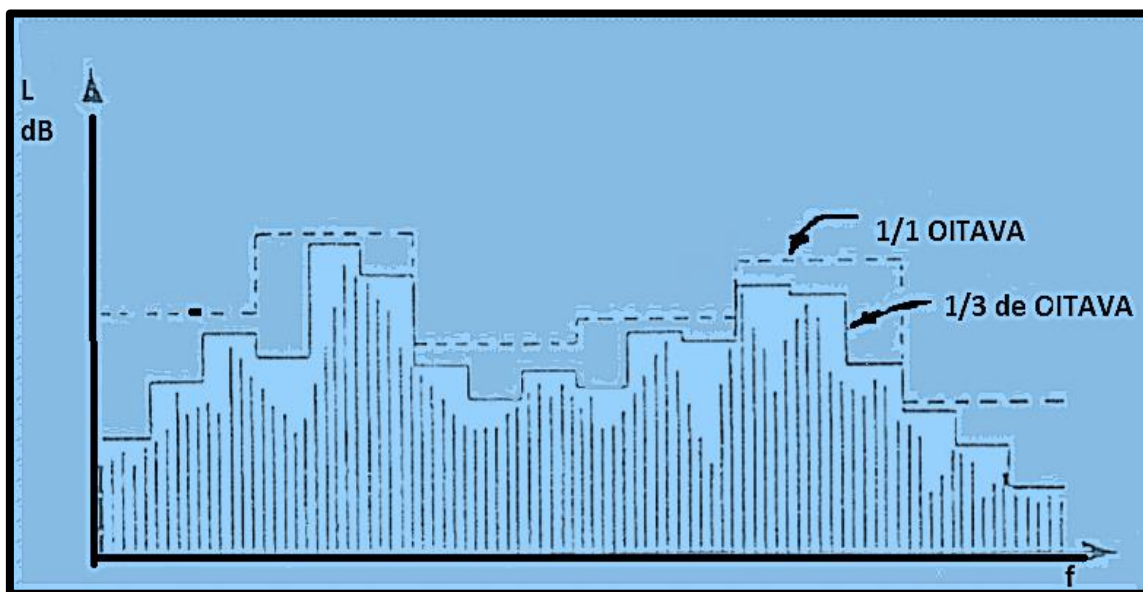


Figura 2.7 - Espectro Sonoro de um ruído representado em 1/1 oitava e em 1/3 oitava  
Fonte: Adaptado (Fasold & Veres, 2002).

## 2.5. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA

O ouvido humano de um jovem com audição normal possui uma capacidade de identificar variações de pressão sonora iniciando em torno de  $10^{-5}$  Pa a um valor dez milhões de vezes maior (200 Pa). O facto de a gama de audibilidade do ser humano, no domínio da pressão, se situar em  $10^7$  Pa torna a aplicação de uma escala linear impraticável, com a disparidade dos valores usados. Este facto, aliado à resposta não linear do ouvido aos estímulos (de facto, esta resposta é praticamente logarítmica) faz com que seja necessário utilizar outra unidade para avaliar esta grandeza. Surge então o decibel (dB) que corresponde a 1/10 do bel e é usada sempre que se pretende avaliar o nível de alguma quantidade relativamente a um valor de referência. Para a conversão de pressão (p) para unidade de pressão ( $L_p$ ) usa-se a equação 2.5:

$$L_p = 20 \log P/P_0 \text{ [dB]}$$

equação 2.5

De modo análogo, fazendo  $p_0 = 2 \times 10^{-5}$  Pa (valor de referência) temos:

$$L_p = 10 \log P^2/P_0^2 \text{ [dB]}$$

equação 2.6

A Figura 2.8 mostra a relação entre Pressão Sonora e Nível de Pressão Sonora.

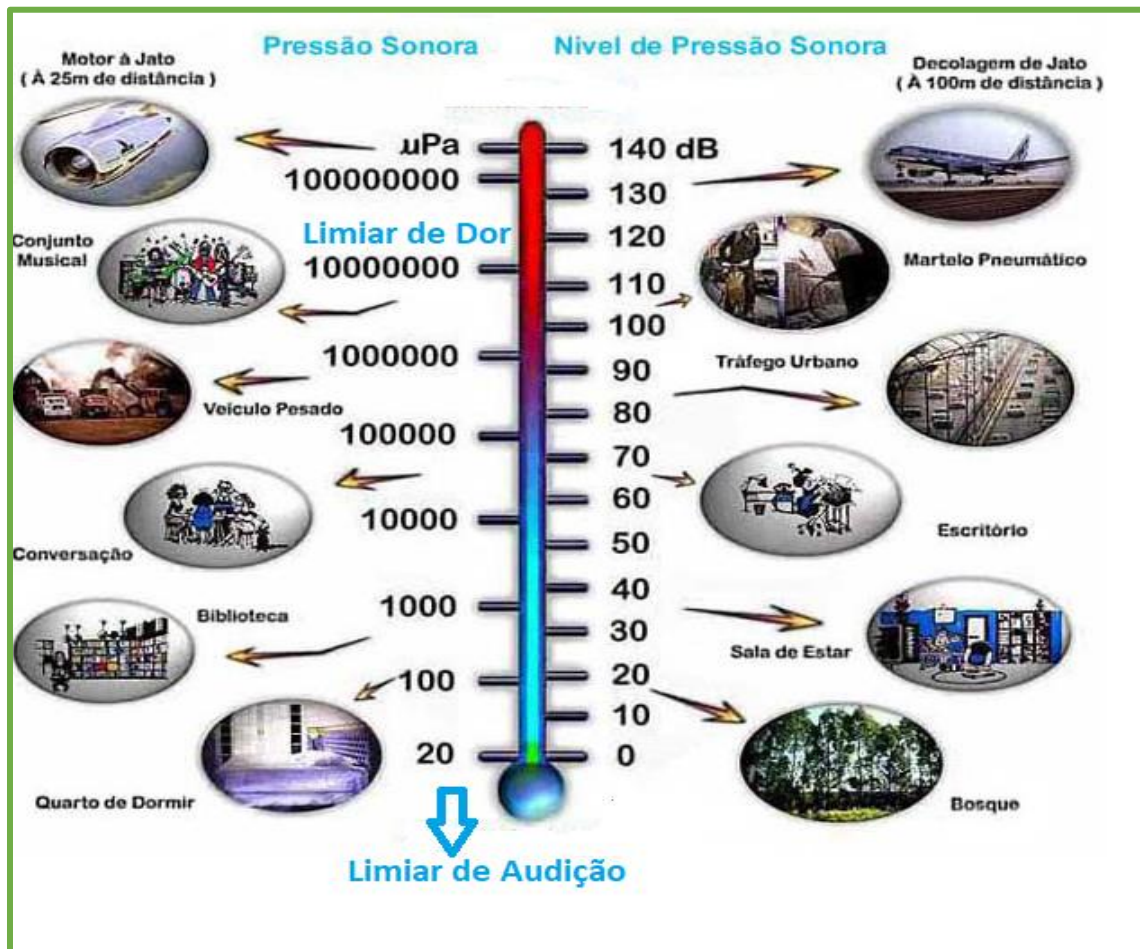


Figura 2.8 - Comparação das pressões sonoras e dos níveis de pressão sonora de sons diferentes

Fonte: (Adaptado de <https://www.vibrasom.ind.br/tabela-de-press%C3%A3o-sonora.html>)

## 2.6. CURVAS DE PONDERAÇÃO E NÍVEL SONORO

A forma como o ouvido humano e os microfones (ou outros equipamentos) percebem as variações de pressão sonora não é a mesma. O primeiro atribui importância distinta conforme a frequência com que o som é emitido, contrariamente ao que acontece com o segundo que regista com fidelidade. O sistema auditivo humano possui uma sensibilidade variável em frequência, demonstrando ser muito mais sensível para frequências entre os 2300 Hz e os 2800 Hz e menos sensível para frequências abaixo dos 125 Hz. No entanto, esta sensibilidade está também dependente da intensidade sonora com que o próprio

som é emitido. Para traduzir esta limitação é necessário retificar a sensibilidade dos equipamentos, aproximando-os à sensibilidade do ouvido humano. A fim de obter o efeito foram utilizados filtros electrónicos nos aparelhos de medição que corrigem os valores medidos. Como resultado são obtidas curvas de ponderação, que representam as correções feitas em função das frequências do som captado, sendo a mais utilizada a Curva (ou Filtro) A. Este foi, no seu início, trabalhado para aproximar os ruídos de fraca intensidade à resposta humana. O seu nível sonoro em dB(A) traduz um valor global da energia acústica de um ruído filtrado por uma curva de ponderação tipo A (Figura 2.9).

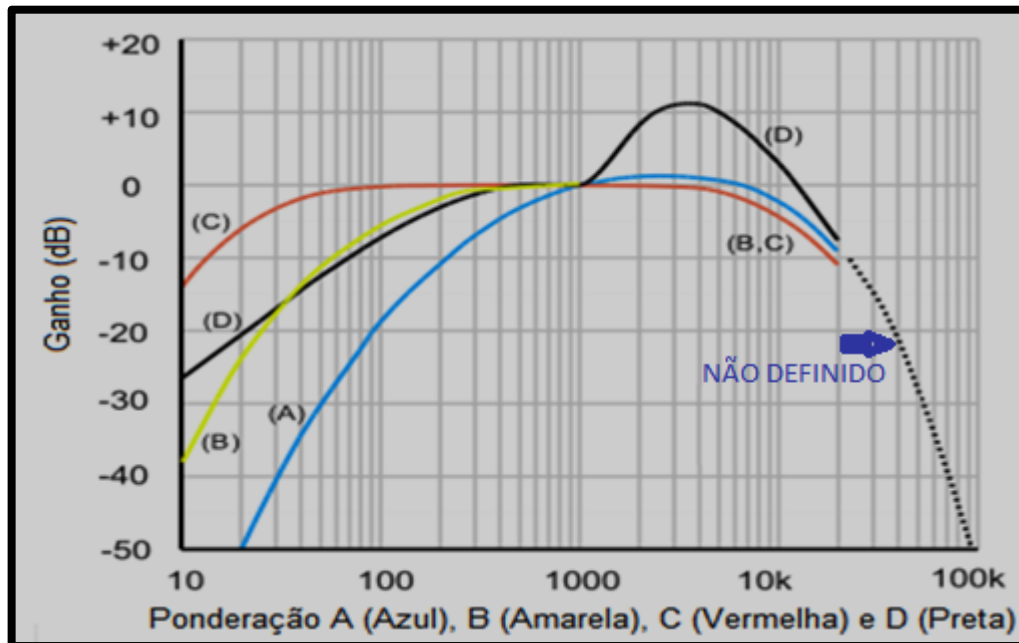


Figura 2.9 - Curvas de ponderação A, B, C e D

Fonte:(adaptado de [https://www.burnsstainless.com/Muffler\\_Technology\\_Part\\_1.aspx](https://www.burnsstainless.com/Muffler_Technology_Part_1.aspx).)

O cálculo dos valores ponderados corresponde à adição algébrica dos valores captados dos níveis de pressão sonora em dB e dos valores corretivos (ponderações). Posteriormente procede-se à adição logarítmica de cada um dos valores finais obtidos para ser obtido o nível sonoro em dB(A) do som/ruído analisado (Tabela 2.5).

Tabela 2.5 - Nível Sonoro ponderação A para 1/3 e 1/1 de oitava em dB  
(A. Carvalho, 2013)

Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava	Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava
25	-44,7		800	0,8	
31	-39,4	-40	1.000	0	0
40	-34,6		1250	0,6	
50	-30,2		1.600	1,0	
63	-26,2	-26	2.000	1,2	+1
80	-22,5		2.500	1,3	

Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava	Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 de oitava	Ponderação A para 1/1 de oitava
100	19,1		3.150	1,2	
<b>125</b>	-16,1	<b>-15,5</b>	<b>4.000</b>	1,0	<b>+1</b>
160	-13,4		5.000	0,5	
200	-10,9		6.300	-0,1	
<b>250</b>	-8,6	<b>-8,5</b>	<b>8.000</b>	-1,1	<b>-1</b>
315	-6,6		10.000	-2,5	
400	-4,8		12.500	-4,3	<b>-7</b>
<b>500</b>	-3,2	<b>-3</b>	<b>16.000</b>	-6,6	
630	-1,9		20.000	-9,3	

## 2.7. ANÁLISE NO TEMPO

Uma grandeza importante na avaliação de ruído é o tempo, uma vez que a duração dos ruídos é variável podendo ir de instantâneos a quase infinita. Esta instabilidade temporal leva à necessidade de recorrer a parâmetros onde o fator tempo seja tido em consideração, quando se pretende medir os níveis de pressão sonora. Utiliza-se como parâmetro descritor energético o nível de pressão sonora contínuo equivalente ( $L_{eq}$ ), definido como o nível que se atuasse fosse constante num dado intervalo de tempo, era capaz de produzir a mesma energia que o som que se pretende avaliar. É sempre baseada na taxa de dose = 3 para 8 horas de exposição.

$$L_{eq} = 10 \log \frac{1}{T} \int_0^T \frac{P(t)^2}{p_o} dt \quad \text{Equação 2.7}$$

O descritor sonoro mais importante é o nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado na escala A. O  $L_{Aeq}$  representa o nível de um som contínuo (estacionário) que, em um intervalo de tempo específico, tem a mesma energia sonora do som em estudo, cujo nível varia com o tempo. Além de ser utilizado como padrão de análise para o ruído ambiental, o  $L_{Aeq}$  também é utilizado na avaliação da exposição ao ruído ocupacional. Ele representa o potencial de lesão auditiva do nível variável (oscilante), que depende não somente do seu nível como também da sua duração (Gerges, 2000). O  $L_{Aeq}$  representa, assim, o nível do ruído contínuo, durante um determinado período de tempo, ao qual as pessoas estariam sujeitas em várias situações, devido aos diversos tipos de ruído, sendo equivalente ao nível de ruído original, que é variável nesse período de tempo.

Esse nível pode ser traduzido pela equação:

$$L_{Aeq, Te} = 10 \log \left\{ \frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} \left[ \frac{P_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\} \quad \text{Equação 2.8}$$

Em alguns estudos do ruído ambiental, pode ser desejável descrever uma situação sonora tanto pelo uso do  $L_{Aeq}$  como pela distribuição estatística dos níveis de pressão sonora ponderados em A. Com este propósito, níveis estatísticos tais como  $L_{A95}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A5}$  podem ser determinados (*Environmental noise*, 2000).

O nível estatístico representa o valor do nível de pressão sonora ponderado em A, que foi excedido em uma porcentagem (N%) do intervalo de tempo considerado. Descrevem a situação do ambiente acústico em termos da probabilidade com que certos níveis podem ser excedidos. Por exemplo, o  $L_{A90,1h}$  é o nível que foi excedido em 90% em um período de uma hora. Além dos níveis estatísticos citados acima, são utilizados, também, o  $L_{A10}$  e o  $L_{A90}$ , sendo que o  $L_{A10}$  é mais usado para estudos de ruído ambiental (*Environmental noise*, 2000; *ISO 1996/2: Acoustics: Description and measurements of environmental noise*, 1987).

Uma análise da distribuição estatística dos níveis sonoros é uma ferramenta útil quando se avalia o ruído. A análise não fornece apenas informações a respeito da variabilidade dos níveis sonoros, mas também se sobressai em várias normas como base para avaliação do ruído de fundo. Por exemplo, o  $L_{A95}$ , nível excedido em 95% do tempo de medição, é utilizado, em alguns países, como indicador do nível sonoro do ruído de fundo, assim como em outros utiliza-se o  $L_{A90}$  como este indicador. Já o  $L_{A50}$  corresponde ao valor da mediana (*Environmental noise*, 2000). No âmbito estatístico, corresponde à marca do percentil  $N$  (Figura 2.10). É possível obter diretamente estes valores por meio dos equipamentos de medição sonora.

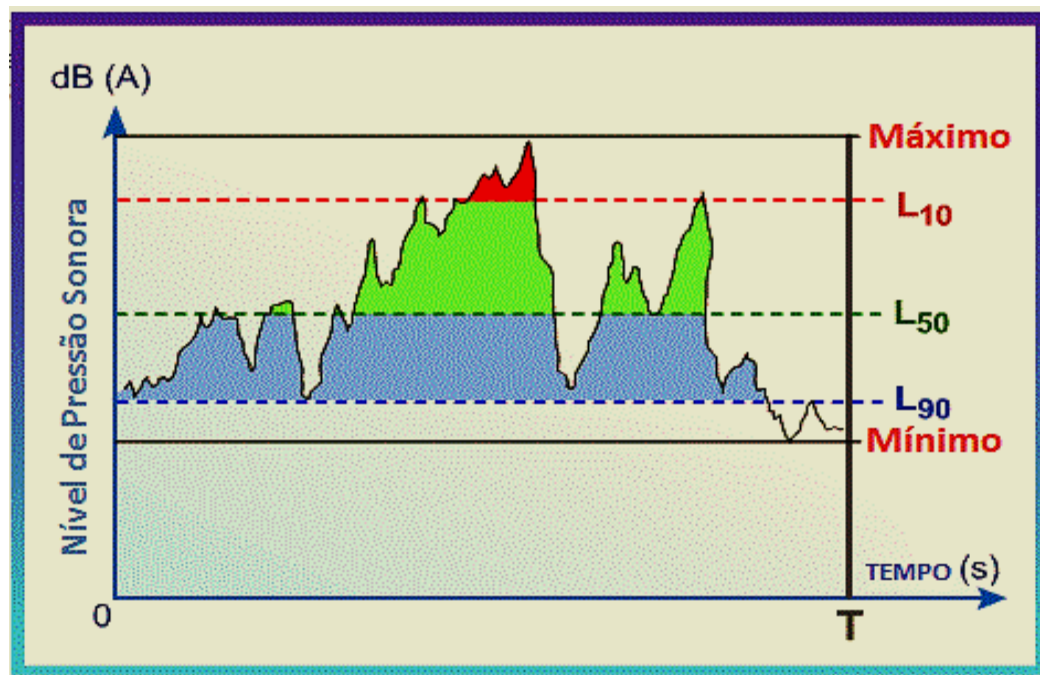


Figura 2.10 - Indicadores estatísticos de ruído

Fonte: (<http://medisom.com.br/blog/indices-estatisticos-de-ruído-ln>)

Na figura anterior,  $L_{Amax}$  corresponde ao nível mais intenso do ruído ambiental, ocorrido em uma posição, durante um certo período de tempo, sendo frequentemente utilizado em conjunto com outros parâmetros sonoros (por exemplo,  $L_{Aeq}$ ) para assegurar que um evento de um ruído simples não excedeu um limite. O  $L_{Amin}$  é o nível mais baixo do ruído ambiental ocorrido em uma posição, durante um certo período de tempo.



## 2.8. NÍVEL DE PRESSÃO SONORA DE PICO, $L_{CPICO}$

Descreve o nível máximo de pressão sonora instantânea, ponderado em C, expresso em dB(C) e dado pela expressão:

$$L_{Cpico} = 10 \log \left( \frac{p_{Cpico}}{p_0} \right)^2 \quad \text{Equação 2.9}$$

Em que  $p_{Cpico}$  é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado em C, expresso em pascal e  $p_0$  é a pressão de referência de  $2 \times 10^{-5}$  pascal.

## 2.9. INTERAÇÃO DO RUÍDO COM O OUVIDO HUMANO

A audição é uma sensação fundamental à vida uma vez que é a base da comunicação humana. O órgão responsável pela audição é o ouvido, o qual se localiza na intimidade do osso temporal e se divide em três partes principais: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno (Figura 2.11).

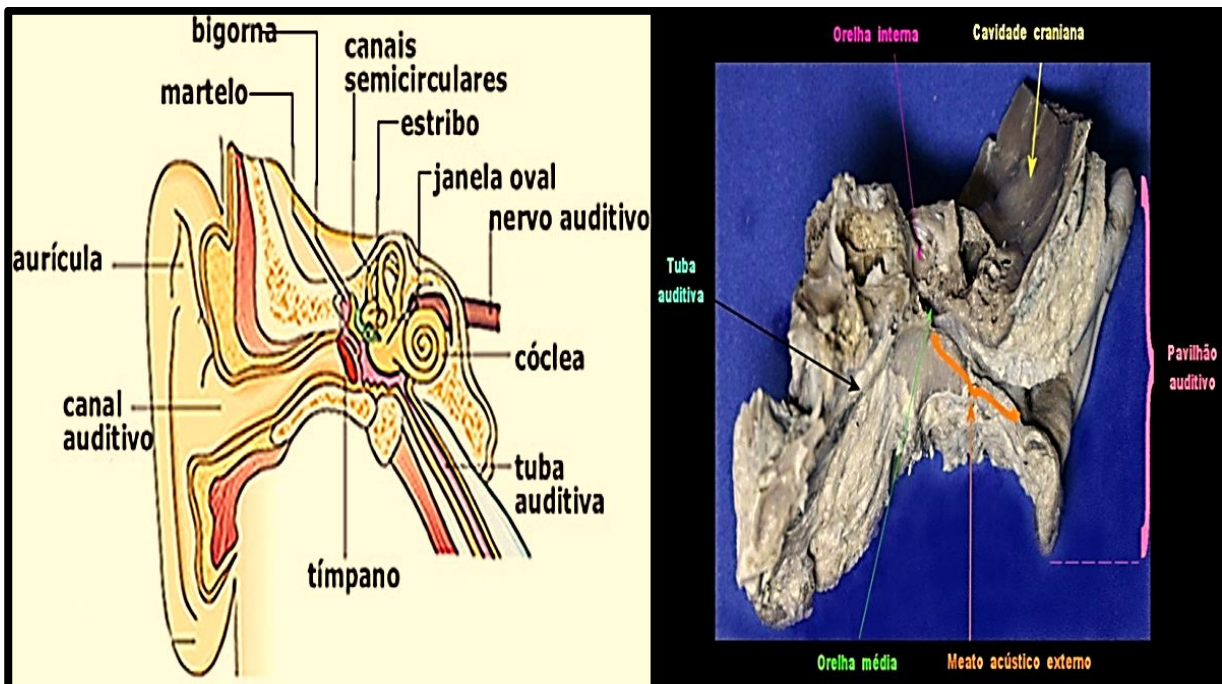


Figura 2.11 - Esquema do corte do aparelho auditivo humano e vista panorâmica do ouvido esquerdo

Fonte: [http://www.ib.unicamp.br/dep\\_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep\\_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html](http://www.ib.unicamp.br/dep_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html)  
e <https://drauziovarella.com.br/corpo-humano/orelha-interna/>

### Ouvido externo

O ouvido externo é constituído pelo pavilhão auricular (orelha) cuja função é auxiliar a convergência das ondas sonoras para o meato auditivo (canal auditivo). Além de captar o som, o pavilhão auricular altera o mesmo, o que é importante para podermos identificar a distância e direção da fonte sonora. O meato auditivo, possui a forma de um cilindro irregular, com cerca de 25 mm de comprimento e 7 mm de largura. Para as frequências na faixa dos 1500 Hz aos 7000 Hz, funciona como um ressonador,

amplificando a vibração sonora em torno de 10 dB a 15 dB. Como consequência, o ouvido torna-se especialmente sensível às altas frequências, sendo por isso muito susceptível de sofrer lesões provocadas por ruídos situados nesta faixa de frequências. O meato auditivo comporta-se como um tubo fechado, transmitindo o som à extremidade ocluída onde está o tímpano, uma membrana que tem a função de transmitir as vibrações mecânicas para o ouvido médio. O atrito produzido entre as ondas sonoras e as paredes do meato auditivo, produz uma perda de parte da energia sonora que entra no canal auditivo. O restante é transmitido à membrana timpânica cujo comportamento é complexo ao vibrar. A razão disto é que esta não é nem homogênea (mesmas composições em todos os pontos), nem isotrópica (mesmas propriedades físicas em todos os pontos). Algumas regiões são mais densas, outras são mais tensas e outras mais flácidas. Essas características fazem com que seja alargada a faixa de frequências de ressonância desta membrana. Para frequências baixas a membrana timpânica vibra como um corpo rígido. Para frequências acima de 2.400 kHz ela vibra segmentarmente, reduzindo sua área vibrátil para 60 a 75% da área total de 64 mm<sup>2</sup>. Quanto menor esta área, menor será a transferência de energia sonora para o ouvido médio (Bistafa, 2011; "Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

A Figura 2.12 mostra uma membrana timpânica normal. A membrana timpânica normal é translúcida, brilhante, com a cor semelhante a uma pérola, é tensa e tem a forma semelhante ao cone de um alto-falante. A parte central do cone é marcada pela extremidade inferior do cabo do martelo em uma região chamada de umbus (umbigo). A seta indica a extremidade inferior do martelo.

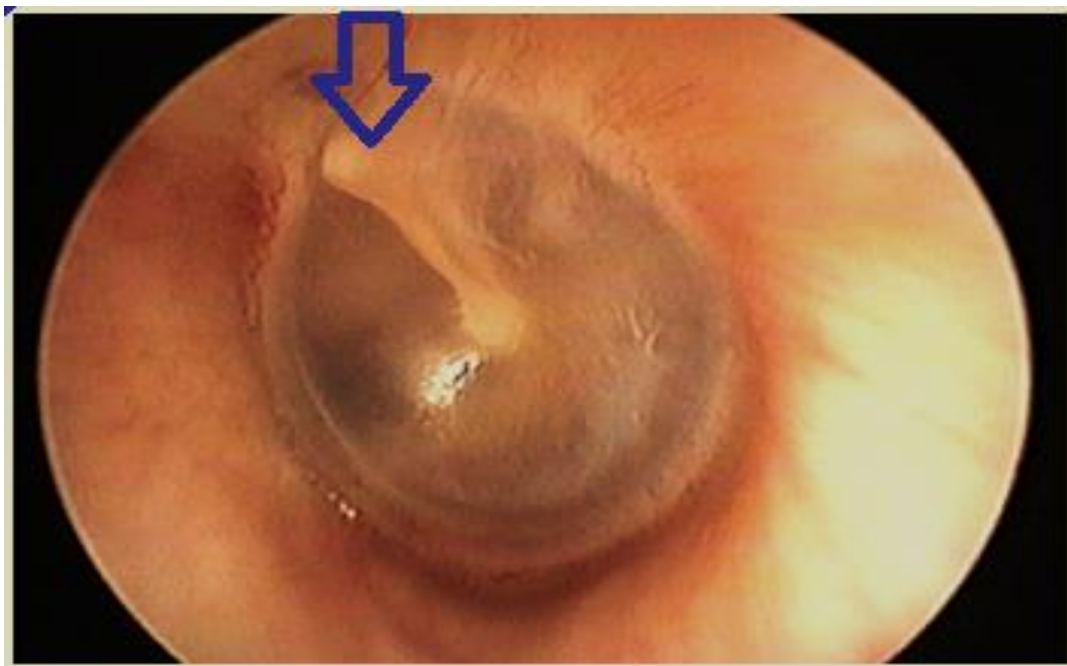


Figura 2.12 - Membrana timpânica normal

Fonte: <http://publicacionesmedicina.uc.cl/Otoscopia/OtoscopiaNormal1.html>

### Ouvido médio

O ouvido médio (Figura 2.13), também chamado de caixa do tímpano, é uma cavidade escavada ao interno do osso temporal. Ao mesmo tempo que canaliza as ondas sonoras, produz a amplificação das vibrações sonoras recolhidas pelo ouvido externo. O ouvido médio encerra três ossículos ligados entre eles. O mais próximo do tímpano é o martelo, seguem a bigorna e por fim o estribo. O martelo transmite

as vibrações do tímpano à bigorna que, por seu turno, as transmite ao estribo e este vai fazer vibrar os fluidos do ouvido interno. O estribo adere através da sua base à janela oval, uma membrana situada à entrada do ouvido interno. No fundo do ouvido médio começa um longo canal de 4 centímetros, a trompa de Eustáquio, que termina na faringe. A trompa de Eustáquio é circundada por muitos músculos e a sua mucosa encerra glândulas que segregam um líquido viscoso (Bistafa, 2011; "Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

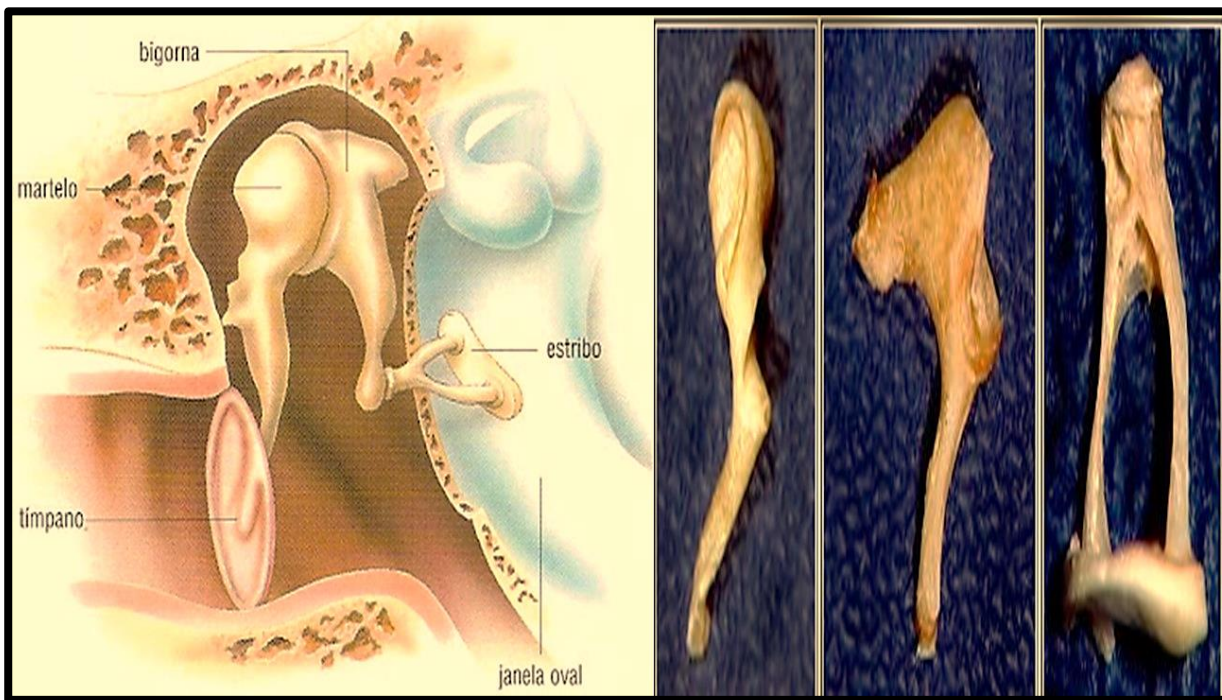


Figura 2.13 - Esquema de corte do ouvido médio e os ossículos martelo, bigorna e estribo-nesta sequência

Fonte: <http://km-stressnet.blogspot.com.br/2008/06/o-ouvido-e-audio-funes-e-doenas.html> e

[http://www.ib.unicamp.br/dep\\_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep\\_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html](http://www.ib.unicamp.br/dep_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html)

Dentro do ouvido médio, o som é amplificado. Esta amplificação gira em torno de 20 dB a 30dB. Além da função de amplificar o som, o ouvido médio funciona como um protetor do aparelho auditivo quando o mesmo é atingido por sons intensos na faixa de 80dB a 87dB. Quando estes valores são ultrapassados ocorre um fenômeno conhecido por reflexo acústico. Os músculos do ouvido médio comprimem os ossículos e limitam a energia vibratória transmitida ao ouvido interno. O “reflexo acústico”, protege o aparelho auditivo contra sons intensos cuja intensidade aumenta gradualmente, mas só por um curto período. O reflexo acústico não proporciona uma proteção eficaz contra o ruído impulsivo tal como os tiros de armas de fogo e fogos de artifício.

## Ouvido interno

O ouvido interno, ou labirinto, é constituído por órgãos do sistema de equilíbrio também denominado sistema vestibular e órgão do aparelho auditivo. Na prática, funciona como um órgão receptor e analisador do som. Em função da sua fragilidade, as suas estruturas são as primeiras a serem afetadas pelo ruído. É formado por numerosas cavidades localizadas ao interno do osso: a cóclea (ou caracol), o



vestíbulo e os canais semicirculares (Figura 2.14). Estas cavidades encerram um líquido, a perilinfa, e são forradas por um saco membranoso, formado por tecido conjuntivo que assume a forma do osso. O labirinto membranoso contém um líquido viscoso, a endolinfa.

A parte auditiva do ouvido é constituída pelo caracol membranoso, pelo canal coclear e por um pequeno saco membranoso, o sáculo. O nervo auditivo, ao interno do caracol, decifra os movimentos do líquido do qual está impregnado nesta estrutura. O sistema que controla o equilíbrio é constituído por um saco membranoso, o utrículo, do qual partem os três canais semicirculares. Estes canais estão forrados por células sensoriais que registram os movimentos da endolinfa. Os impulsos são sucessivamente transmitidos ao cérebro através do nervo auditivo coclear.

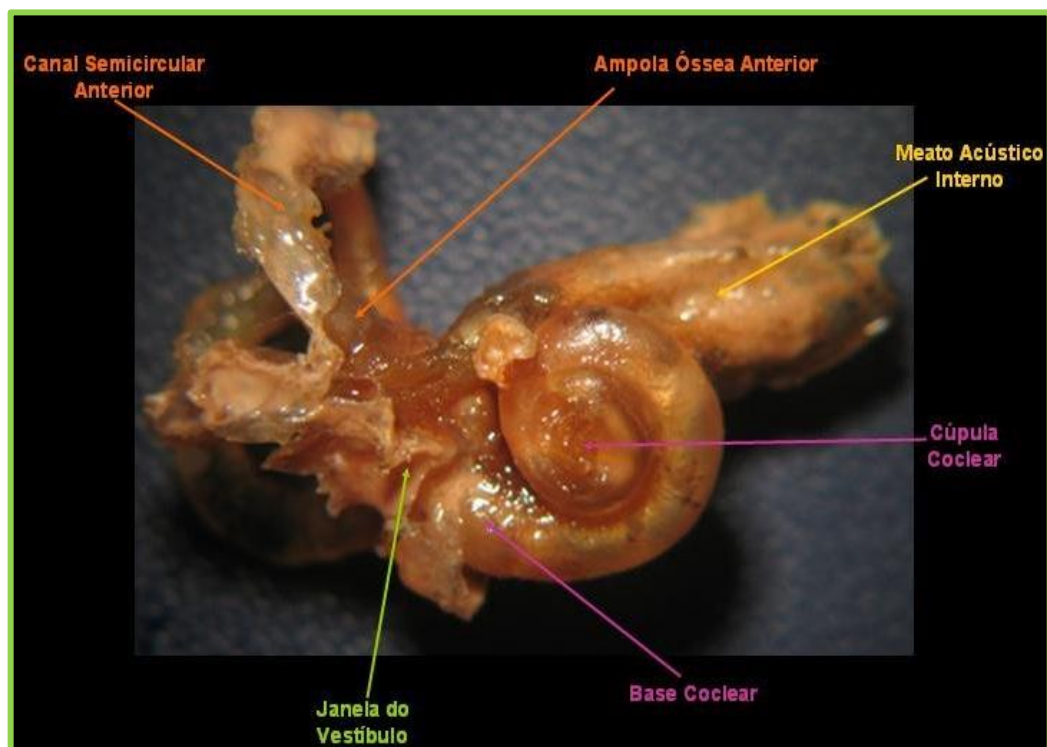


Figura 2.14 - Labirinto ósseo direito (detalhe da cóclea-vista lateral)

Fonte: [http://www.ib.unicamp.br/dep\\_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep\\_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html](http://www.ib.unicamp.br/dep_bef/sites/www.ib.unicamp.br.site.dep_bef/files/atlasorelha/bineuorelha1.html)

Dentro da cóclea estão localizadas as células ciliadas, que, assim como os neurônios, não se dividem após a diferenciação. Isto significa que o seu número definitivo é fixado muito cedo no desenvolvimento (10 semanas de gestação no homem) e que não são substituídas durante a vida. No ser humano existem cerca de 3.500 Células Ciliadas Internas (CCIs) e 12.500 Células Ciliadas Externas (CCEs) distribuídas ao longo do duto coclear e estão na origem dos impulsos nervosos em resposta à vibração gerada pelo som. Estas células diferem entre si quanto à forma e função. Os termos «interiores» e «exteriores» referem-se à posição das células ciliadas, sendo que as células ciliadas interiores estão mais próximas do centro da espiral coclear, ao contrário das células ciliadas exteriores que se encontram mais afastadas. As células ciliadas internas, são as verdadeiras células sensoriais da cóclea. Dispostas numa única fileira do lado interno do túnel interno (de Corti), elas são contactadas com a quase totalidade dos neurônios cujos axônios constituem 95% do nervo auditivo. São as CCI que asseguram a transdução. Dispostas em três fileiras do lado externo do túnel interno (de Corti), as células ciliadas externas são células

sensoriais muito especiais: equipadas para fazerem a transdução mecânico-elétrica, como as CCI, elas não transmitem qualquer mensagem auditiva ao cérebro; ao contrário, um mecanismo ativo de transdução inversa (eletromecânica) permite-lhes amplificar a energia sonora presente na cóclea, aumentando a sensibilidade e a seletividade em frequência ("Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

A Figura 2.15 a seguir mostra uma cóclea de rato que foi dissecada: a cápsula óssea, a estria vascular e a membrana tectória foram removidas, permitindo visualizar as três espiras da membrana basilar sobre a qual se encontra o órgão espiral (de Corti). No lado direito, uma vista de superfície das células ciliadas internas (fiada de cima) e externas (3 fiadas de baixo) separadas pelos pilares. Por baixo das CCE, uma fratura permite ver os pilares e as células de Deiters.

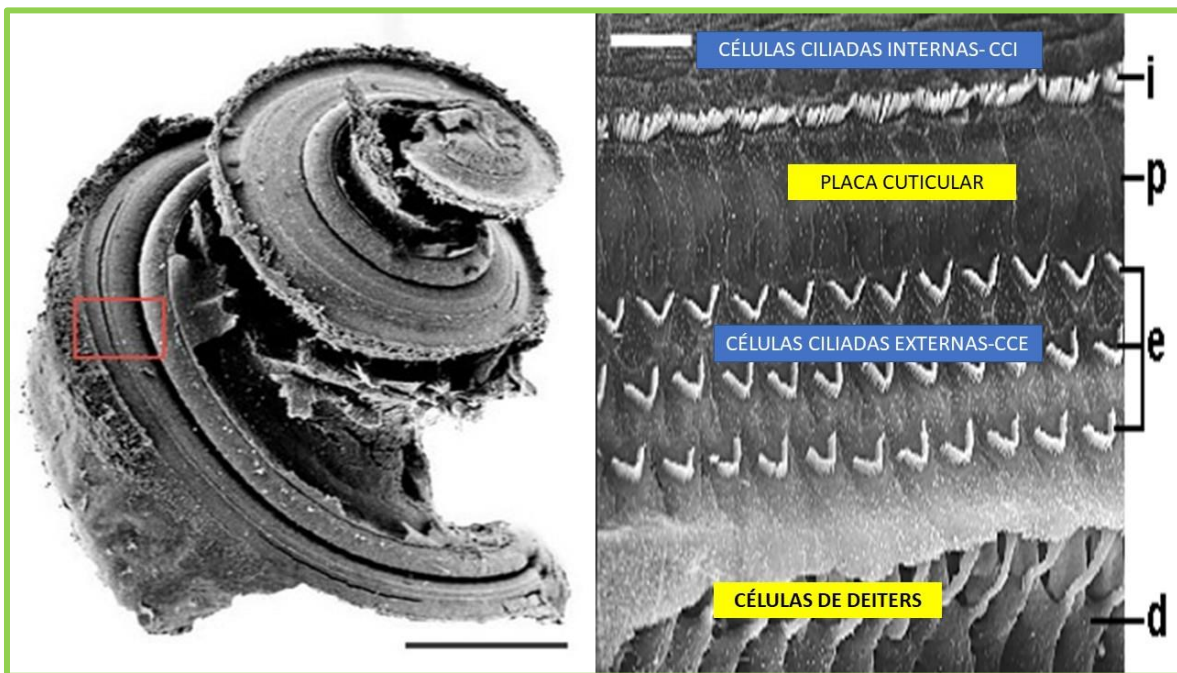


Figura 2.15 - Cóclea e células ciliadas internas e externas

Fonte: adaptado de <http://www.neuroreille.com/promenade/francais/cochlea/fcochlea.htm>. gentilmente autorizado por Projeto Promenade autor de 'La Cochlée'

No topo de cada célula ciliada interna encontram-se 30 a 60 cílios, chamados estereocílios, sendo estes de 100 a 160 no caso de uma célula ciliada exterior. Estas células estão rodeadas por um líquido chamado endolinfa. Quando o som entra no ouvido faz com que se formem ondas na endolinfa, o que faz estes cílios se moverem. O movimento é convertido em um sinal elétrico, que é passado para o cérebro. Essa disposição em forma de V dos cílios fica no topo de uma única célula. O movimento dos estereocílios dá origem ao impulso nervoso. Cerca de 31 000 neurónios participam na transmissão de impulsos nervosos do cérebro para o nervo auditivo e vice-versa.

A progressão da vibração através do ouvido interno em resposta às ondas sonoras faz com que ouçamos frequências diferentes, correspondentes a sons com alturas distintas. A vibração dos fluidos no ouvido interno gera uma onda progressiva, que age sobre grupos diferentes de células ciliadas e excita grupos de neurónios distintos, em função da frequência sonora. Há uma estreita relação entre a frequência e a zona da cóclea, na qual se observa a excitação. O ouvido interno comporta-se como um analisador de

frequências neuromecânico. Por conseguinte, a perda auditiva para uma dada frequência está relacionada com a lesão das células ciliadas em zonas específicas da cóclea ("Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

## 2.10. EFEITOS AUDITIVOS E NÃO AUDITIVOS DO RUÍDO

Os efeitos da exposição ao ruído podem ser divididos em auditivos e não auditivos. Por sua vez, cada um destes efeitos é subdividido em vários outros os quais podem gerar outros efeitos. Esta divisão é de carácter mais didático uma vez que não existe uma separação absoluta entre os diversos efeitos da exposição ao ruído e os mesmos podem ocorrer no ser humano de modo simultâneo.

### 2.10.1. EFEITOS AUDITIVOS DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

Os principais efeitos auditivos da exposição ao ruído são a perda auditiva permanente, a perda auditiva temporária (TTS) e o zumbido, também chamado de acúfenos ou *Tinnitus*.

Em função da duração da exposição, estimulações sonoras de intensidades elevadas (superiores a 90dB) vão lesar as estruturas do órgão espiral e provocar perdas auditivas temporárias ou permanentes, dependendo se essa lesão vai ou não ser reparada. A nível das estruturas neuro sensoriais (células ciliadas e neurónios ganglionares), o alvo do traumatismo acústico é duplo: as CCEs e as terminações do nervo auditivo em contato com as CCI. Estas estruturas são diferencialmente atingidas dependendo do tipo de ruído traumático e da sua capacidade de se repararem ou não, do ponto de vista funcional ("Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

Um excesso de ruído leva a um excesso de glutamato na sinapse da CCI. Este excesso de glutamato induz à excitotoxicidade, devido ao excesso de íons de cálcio entrando na célula: primeiro um edema (inchaço), e depois o rompimento da terminação pós-sináptica. A sinapse entre a CCI e o nervo auditivo não funciona mais (surdez súbita). Por causa da plasticidade neuronal, pode haver um novo crescimento da terminação do dendrito, ocorrendo assim na recuperação da sinapse, resultando na recuperação funcional. Porém, no caso de danos repetitivos, o próprio neurónio pode morrer. Com um trauma mais severo ou com danos recorrentes, ocorre a morte neuronal (apoptose). Provavelmente este fato é disparado pela entrada em excesso (saturação) do íon  $\text{Ca}^{2+}$  e um colapso do sistema de regulação neuronal de cálcio (Figura 2.16). Imediatamente após a saturação da perilinfa com glutamato, todos os dentritos abaixo da CCI sofrem um edema, suas membranas se rompem e seu conteúdo citoplasmático se perde. Em uma ampliação (foto à direita) vemos um remanescente da membrana pós-sináptica (seta vermelha) que está diante do corpo pré-sináptico. A CCI está desconectada do nervo auditivo e perdem-se os potenciais cocleares. Cinco dias depois do trauma, o padrão sináptico normal pode ser visto novamente, resultando em completa recuperação funcional, demonstrado pela normalização da ação coclear potencial. Após repetidos traumas excitotóxicos, o mecanismo de restauração será interrompido pela morte do próprio neurónio ("Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

Uma exposição na frequência de 6 Hz e 130 SPL durante 15 minutos produziu uma perda auditiva grave em uma cobaia (rato) em laboratório e os pesquisadores, após experimentos outros, chegaram à conclusão que 50% destas perdas foi em função da lesão da sinapse (excitotoxicidade) ("Promenade Autour de la Cochlée", 2007).

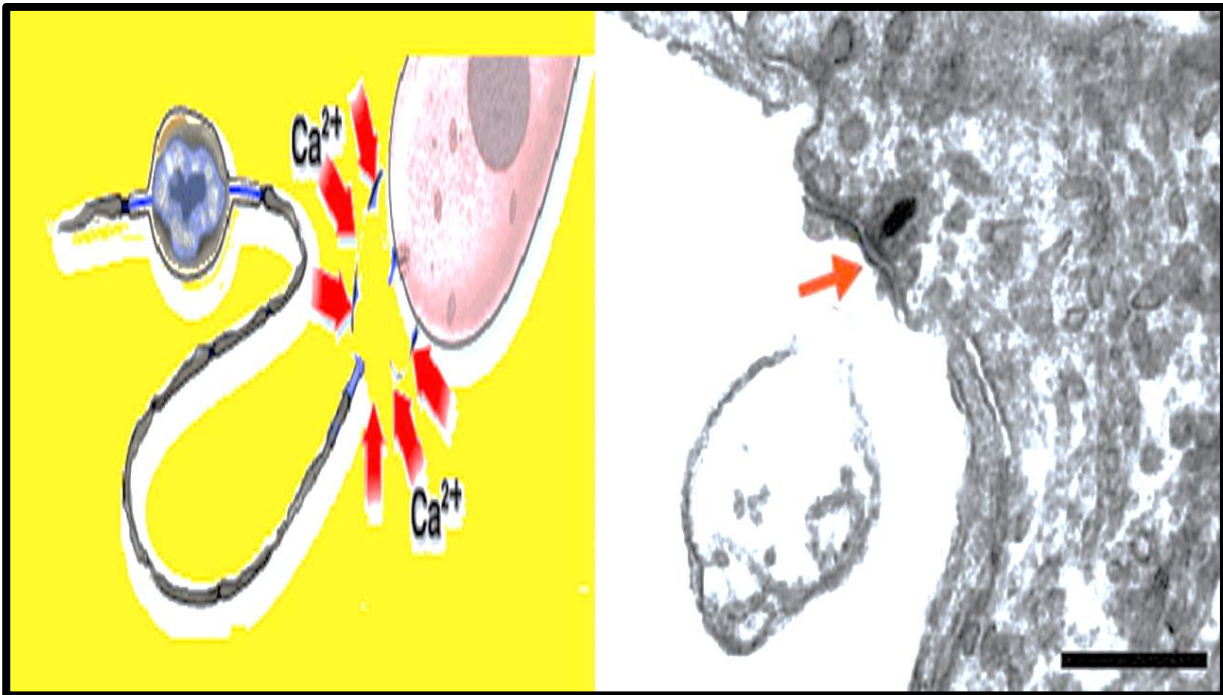


Figura 2.16 - Esquema de ruptura de neurônios e situação real

Fonte: adaptado de <http://www.neuroreille.com/promenade/francais/cochlea/fcochlea.htm>, gentilmente autorizado por Projeto Promenade autor de 'La Cochlée'

### Perda auditiva permanente

Em períodos de exposição ao ruído mais prolongada, em função também de sua intensidade e frequência pode ocorrer perda auditiva permanente. A perda auditiva é o maior problema de saúde pública nos Estados Unidos (Ikeda, Murray, & Salomon, 2009). Aproximadamente 28 milhões de norte-americanos sofrem de deficiência auditiva e cerca de metade destes casos são, no mínimo, parcialmente relacionadas a danos causados por exposição de curto prazo ou crônica ao ruído (Kochkin, 2007).

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o custo com a perda auditiva maior que 35dB na orelha de melhor audição, para o setor de saúde é estimado no intervalo de US\$ 67-107 bilhões. Isso inclui os custos de cuidados de saúde para crianças e adultos, que foram estimados separadamente, mas não inclui o custo de fornecer dispositivos auditivos, como os para ajuda na audição e implantes cocleares. A perda de produtividade, devido ao desemprego e aposentadoria antecipada entre pessoas com perda auditiva, é estimada de forma conservadora em US\$105 bilhões anualmente. Na Austrália, em 2005, a taxa de emprego para pessoas com perda auditiva foi 11% inferior à população em geral. O custo dessa diferença de emprego foi estimado em US \$ 5,7 bilhões (OMS, 2017).

A perda auditiva permanente ocorre em função da destruição das células ciliadas existentes no chamado órgão de Corti, localizado dentro da cóclea, no interior do ouvido. Cerca de 30 a 50% destas podem ser danificadas ou destruídas antes de qualquer nível mensurável de perda de audição ser detectada. A perda auditiva induzida pelo ruído seletivamente prejudica a banda de alta frequência, que transporta a maioria das informações em sons da fala (sons consonantais, especialmente, que contêm as frequências mais altas do que as vogais) (Kujala & Brattico, 2009).

A perda auditiva pode ser condutiva ou neurossensorial. Na condutiva, as lesões ocorrem fora da cóclea, podendo ocorrer tanto na parte externa, como no ouvido médio. Neste caso o som, em função das

anomalias ocorridas, não chega na parte interna do ouvido. Pessoas que sofrem este tipo de perda, tendem a falar com menos intensidade (“baixo no sentido vulgar do termo”). Isto ocorre devido à condução óssea, mas a audição de outras vozes fica prejudicada. De modo instintivo, pessoas que tem este tipo de perda tendem a falar no mesmo nível sonoro em que ouvem os sons de outras vozes. Este tipo de perda pode ser compensado com o uso de próteses auditivas (Bistafa, 2011).

Na perda auditiva neurossensorial as lesões ocorrem na cóclea ou no nervo auditivo. Neste caso, pessoas que são acometidas por este tipo de perda, tendem a falar mais intenso (“alto” no sentido vulgar do termo) na tentativa de escutar a própria voz. Neste caso, o uso de próteses não apresenta tão bons resultados quanto na perda condutiva. O sucesso depende do local da lesão, do grau da perda da auditiva e das expectativas do paciente em relação à ampliação. Neste caso, com base em avaliação de vários fatores, pode ser indicado o implante coclear (Bistafa, 2011).

As causas principais de perda auditiva permanente podem ser visualizadas na Figura 2.17 a seguir e descritas abaixo (Strose, 2013):

- 1) Doenças hereditárias: Há mais de 100 doenças genéticas conhecidas que podem causar hipoacusia. Uma criança, em cada mil nascidos, tem perda auditiva ou a desenvolve por causas genéticas;
- 2) Doenças infecciosas: Rubéola e meningite, dentre outras, estão entre as causas mais comuns de surdez decorrente de graves lesões à orelha interna;
- 3) Ototoxicidade: Muitas medicações, usadas no tratamento de infecções, podem causar perda auditiva como efeito colateral indesejável;
- 4) Trauma acústico: A exposição aguda ou crônica, usual ou ocupacional, em níveis elevados de ruído, pode causar perda auditiva por lesão às células ciliadas do Órgão de Corti;
- 5) Presbiacusia: É a perda auditiva decorrente de morte das células auditivas sensoriais pelo envelhecimento.

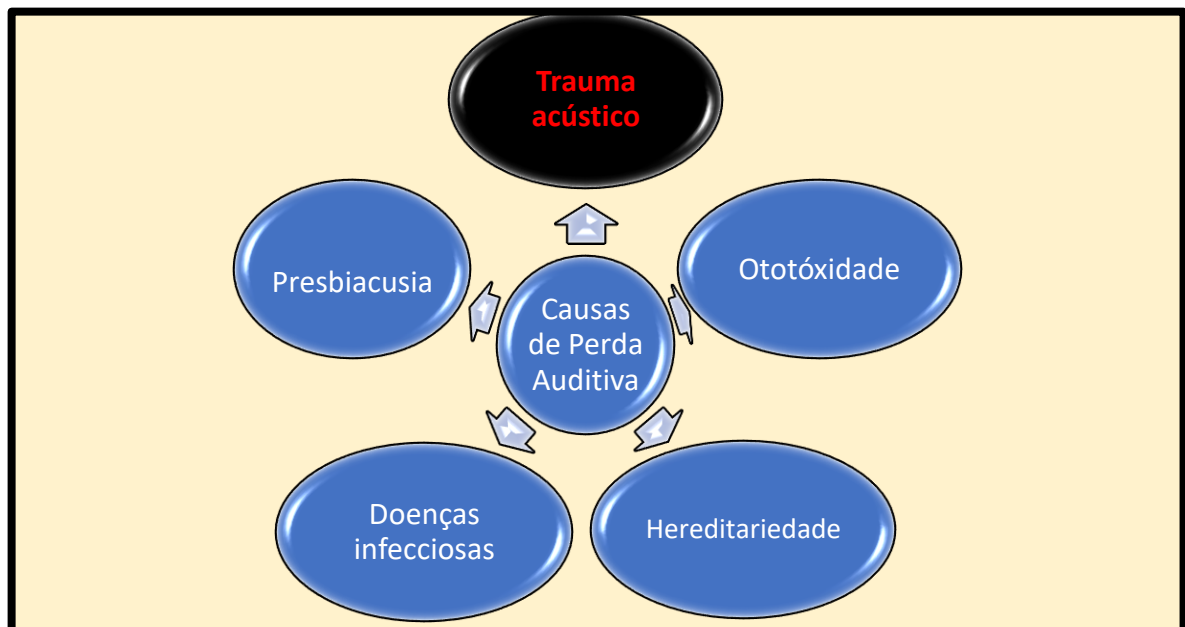


Figura 2.17 - Principais causas da perda auditiva



Em função do escopo e objetivos deste trabalho iremos abordar apenas a perda auditiva produzida pelo trauma acústico.

### Trauma acústico

Conforme brevemente abordado anteriormente o trauma acústico pode resultar de exposição crônica ou aguda, seja usual ou ocupacional. A Figura 2.18 mostra o resultado do trauma acústico, ao nível de células ciliadas, em ratos após exposição a ruído em laboratório, sendo possível observar a destruição das células ciliadas externas.

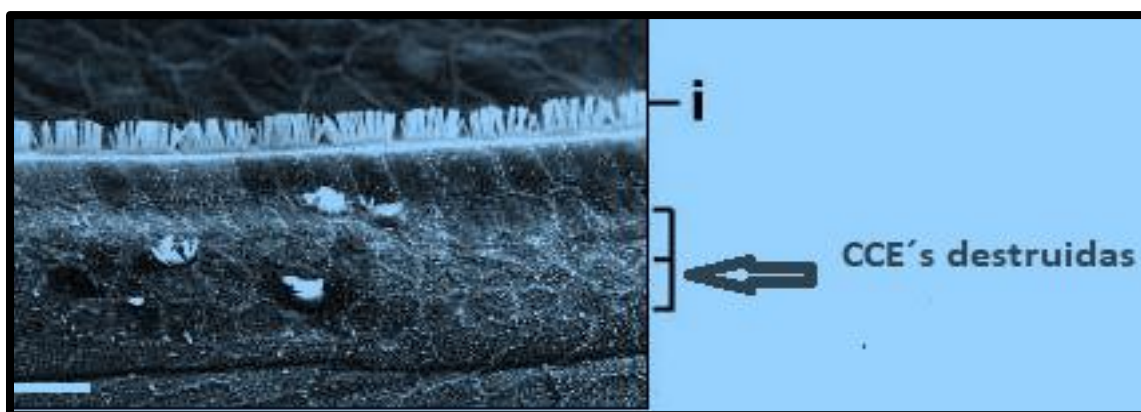


Figura 2.18 - Células Ciliadas Externas destruídas por exposição a ruído

Fonte: adaptado de <http://www.neuroreille.com/promenade/francais/cochlea/fcochlea.htm>, gentilmente autorizado por *Projeto Promenade* autor de 'La Cochlée'

Ao trauma acústico produzido por exposição crônica dá-se o nome de Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR). Se esta perda for ocupacional se pode falar em Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIRO). Ao trauma acústico produzido por exposição aguda é comumente chamado unicamente por trauma acústico. Neste trabalho, visando diferenciar os dois traumas, estamos adotando o termo Trauma Acústico induzido pela exposição Aguda (TAA). Neste contexto, podemos afirmar que o trauma acústico pode ser classificado conforme indicado na Figura 2.19.

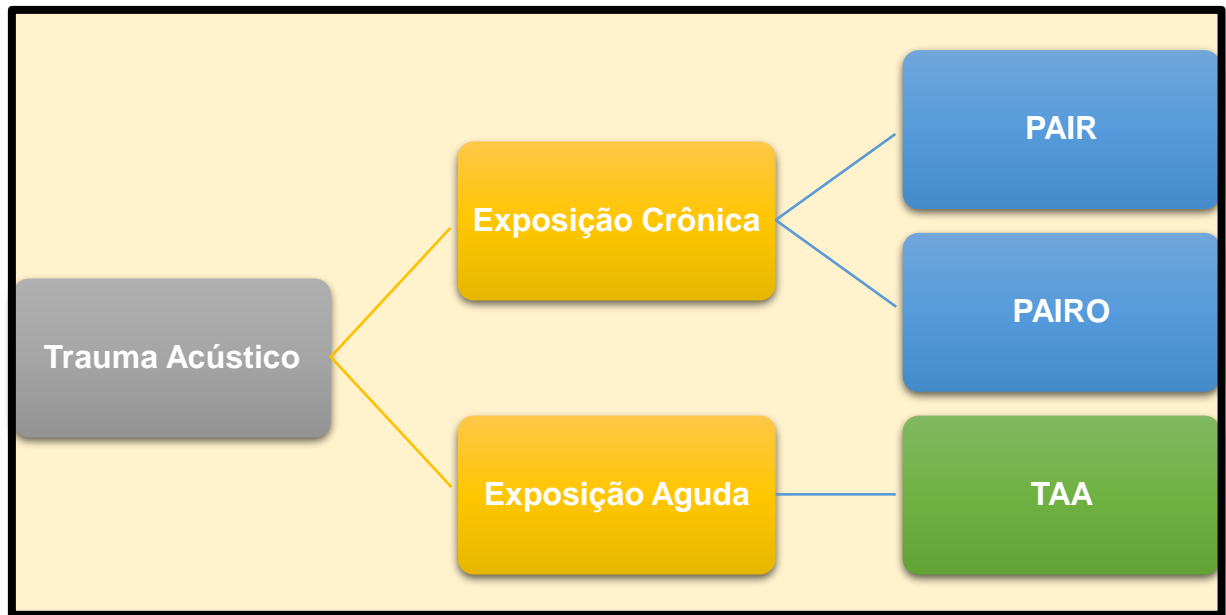


Figura 2.19 - Classificação de trauma acústico

### Trauma acústico devido à exposição crônica

O deslocamento temporário do limiar auditivo, conhecida por perda auditiva ou fadiga auditiva é uma alteração nos limiares auditivos temporários após a exposição a um ruído intenso durante um período de tempo reduzido. Exposições moderadas ao ruído também podem, inicialmente, causar perdas auditivas temporárias, denominadas desvios temporários dos limiares, do inglês *Temporary Thershold Shift* (TTS) (Mergulhão, 2009).

As variações na TTS ainda são controversas, mas, de maneira geral, observa-se que (Mergulhão, 2009):

- Os ruídos de alta frequência são mais nocivos que os de baixa frequência, principalmente na faixa entre 2kHz a 6kHz;
- A TTS começa a partir de uma exposição a 75dB(A) e, acima desse nível, ela aumentará proporcionalmente ao aumento de intensidade e duração do ruído;
- A exposição contínua é mais nociva do que a interrompida;
- A suscetibilidade individual segue uma distribuição normal.

### Trauma acústico induzido por exposição aguda ao ruído - TAA

Trauma acústico agudo (TAA) pode ocorrer após exposição a ruídos intensos em um curto período de tempo. A Perda auditiva permanente pode ocorrer após uma única exposição sem que ocorra uma perda temporária (TTS) anteriormente, como ocorre na exposição crônica ao ruído (Moon et al.,2011). A Figura 2.20 mostra os possíveis efeitos de um trauma acústico agudo (TAA).

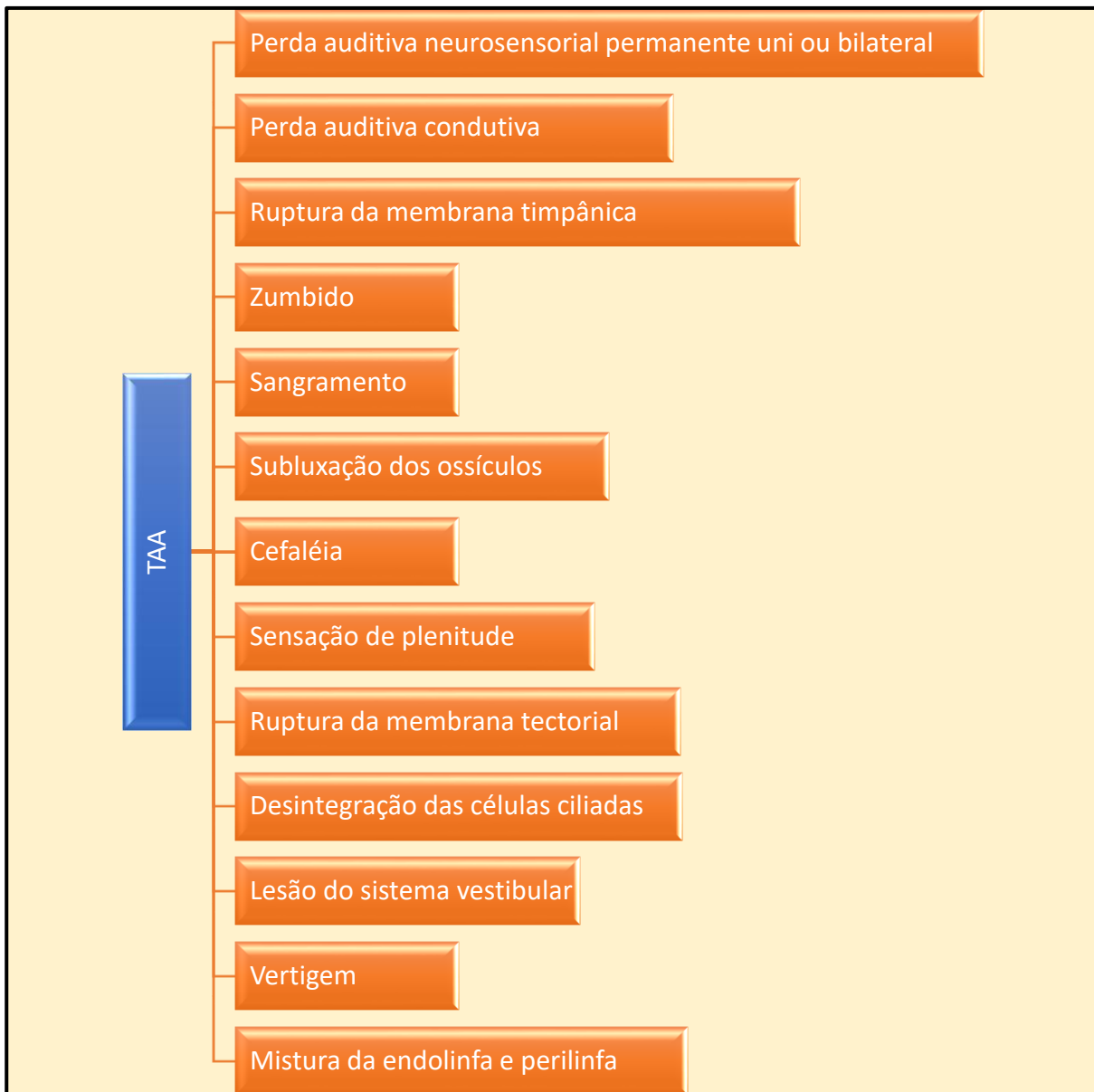


Figura 2.20 - Danos produzidos pela exposição aguda ao ruído  
(Moon et al., Oct 2011; Plontke, Dietz, Pfeffer, & Zenner, 2002; Yamazaki, Ishijima, & Sato, 2010).

O interesse desta pesquisa em investigar este tipo de trauma acústico está relacionado ao facto de que os eventos de interesse apresentam ruídos produzidos por fogos de artifícios, o qual, devido à sua intensidade, indicam a possibilidade de produzir este tipo de dano auditivo. Fogos de artifícios são comumente usados durante as celebrações por causa de seu som, brilho e súbita explosão de cores, expressando o clima festivo. Porém, desde o início da década de 1990, estudos epidemiológicos já indicavam que o ruído de lazer representava um perigo substancial, especialmente para crianças, adolescentes e jovens adultos, produzindo perda auditiva irreversível. Esta é, basicamente, devido à grande exposição na propagação de brinquedos muito ruidosos, fogos de artifício e exposição à música eletronicamente amplificada em discotecas ou concertos (Maassen et al., 2001; Smoorenburg, 1993).



Enquanto a exposição sonora à música se caracteriza principalmente de maneira contínua com um menor grau de sons impulsivos, no lazer, o ruído impulsivo pode ser observado na prática de tiro ao alvo, pistolas de brinquedo e fogos de artifício. Este tipo de ruído de lazer pode produzir danos ao ouvido em função das seguintes razões (Maassen et al., 2001):

- A exposição ao ruído impulsivo apresenta um nível de risco mais alto para a saúde humana do que a exposição ao ruído contínuo;
- A intensidade subjetiva do ruído impulsivo, em função de sua curta duração, não corresponde ao nível de pico;
- Em atividades de lazer quase nenhuma atenção é dada aos possíveis efeitos nocivos produzidos pela exposição, uma vez que estes ruídos estão associados a uma experiência positiva tais como exemplo a alegria e beleza produzidas pela explosão dos fogos de artifícios.

No caso de uma explosão de fogo de artifício com ruídos intensos, o ar dentro do canal externo é rapidamente comprimido e a pressão acumulada é transmitida para a membrana timpânica, para a corrente ossicular e de lá para as estruturas da orelha interna: o estribo é empurrado violentamente para dentro e uma onda de pressão impulsiva é criada ao longo da partição coclear e do labirinto vestibular. O resultado final é frequentemente o rasgo da membrana timpânica e lesões do órgão de Corti e do labirinto vestibular (Cornacchia & Lovotti, 2006). Fogos de artifício podem produzir um ruído de pico de cerca de 160 dB, o suficiente para provocar a ruptura da membrana timpânica (Cornacchia & Lovotti, 2006). Alguns autores situam este valor entre 145 e 160 dB, a 2 metros de distância ou menos (Smootenburg, 1993), mas níveis sonoros de 190 dB também foram citados (DJ & Henderson, 1973).

Um estudo sobre trauma acústico devido a fogos de artifício em festividades de Ano Novo, foi realizado em 562 centros na Alemanha, incluindo departamentos de otorrinolaringologia de 31 hospitais universitários e de 87 hospitais da cidade, bem como uma amostra aleatória de clínicas otorrinolaringologia particulares especializadas (n = 444). Este estudo mostrou a existência de um número extremamente elevado de casos de danos ao ouvido interno e médio, resultado de fogos de artifício de Ano Novo, e estas afetam todas as idades, grupos e ambos os sexos. Foi constatada uma preponderância de crianças, adolescentes e adultos do sexo masculino, especialmente os jovens. Aproximadamente 8.000 pessoas foram acusticamente traumatizadas em poucos dias em torno da véspera de Ano Novo naquele país (Plontke et al., 2002).

O Departamento de Otorrinolaringologia da Universidade de Telavive, analisou o trauma acústico em 53 crianças expostas ao ruído impulsivo produzido por armas de brinquedo e fogos de artifício. No total 49 meninos e quatro meninas com idades entre quatro e 14 anos. Trinta e nove crianças foram afetadas de forma unilateral, enquanto catorze apresentaram perda auditiva bilateral (total de 67 orelhas). A maior parte da perda auditiva (> 70%) foi a perda auditiva neurosensorial de alta frequência, enquanto que apenas nove dos 67 ouvidos feridos teve perda auditiva neurosensorial em frequências médias. Sete crianças sofreram uma perfuração traumática na membrana timpânica. Tonturas ou zumbidos foram relatados por vinte crianças. Após seis meses de acompanhamento, 15% das crianças apresentaram audição normal, enquanto 85% ainda tinham uma perda auditiva leve (Segal, Eviatar, Lapinsky, Shlamkovitch, & Kessler, 2003).

A Figura 2.21 mostra no lado esquerdo a ruptura múltipla de uma membrana timpânica devido a exposição ao ruído de fogo de artifício. No lado direito vemos a perfuração causada por uma explosão de foguete na comemoração após um jogo de futebol e seu aspecto 02 meses depois. As manchas escuras no meato acústico externo são de sangue coagulado.

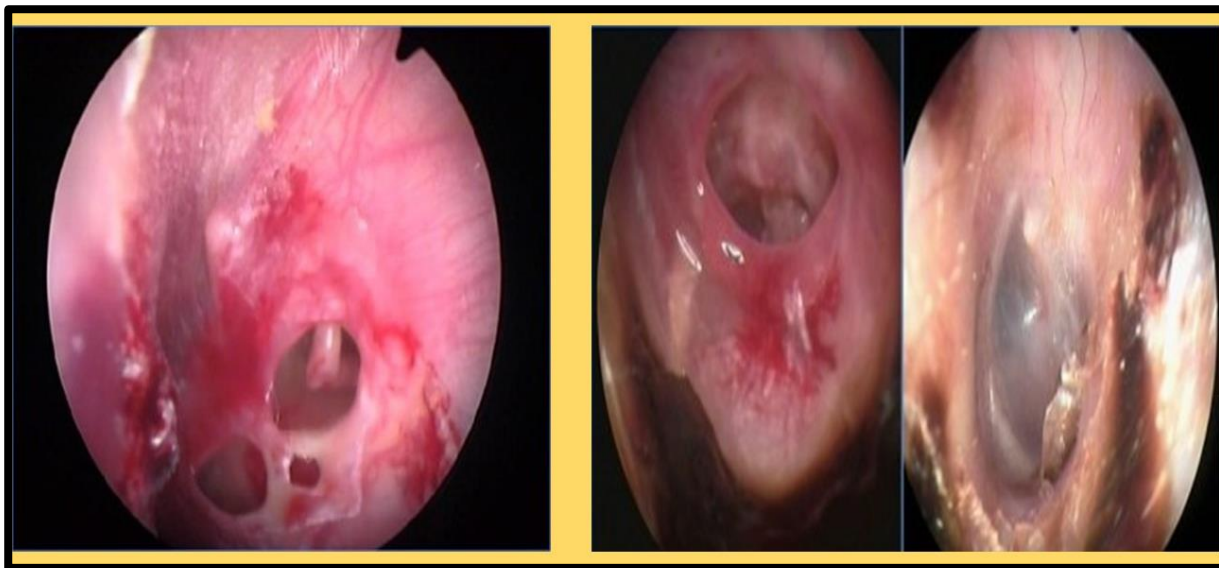


Figura 2.21 - Ruptura de membrana timpânica devido a exposição a ruído de fogo de artifício

Fonte: <http://www.clinicacoser.com/veja-fotos-de/otoscopia/>

### Consequências possíveis para as pessoas devido à perda auditiva

Como consequência da perda auditiva, podem-se citar dificuldades no entendimento da palavra, sensação de plenitude dentro do ouvido (impressão de “ouvido cheio e tapado”), algiacusia, que se caracteriza por um desproporcional aumento da sensação sonora, frente a um relativamente pequeno incremento de intensidade, produzindo dores ante a presença de sons intensos e o zumbido, também conhecido por acúfenos. Ela também pode afetar o desempenho cognitivo e diminuir a atenção às tarefas. Os acidentes e as quedas são também associados à perda auditiva diagnosticada, com aumento de mortalidade de 10-20% em 20 anos (Karpa, Gopinath, Beath, Rochtchina, Cumming, Wang, et al., 2010).

O zumbido pode afetar direta ou indiretamente o indivíduo nas suas atividades profissionais e de lazer, interferir em relacionamentos familiares e sociais podendo levar, em casos extremos, até ao suicídio (Melo, Meneses, & Marciori, 2012; Steinmetz, Zeigelboim, Lacerda, Morata, & Marques, 2009). Autores referem que tanto a duração da exposição quanto a severidade do ruído relatado por trabalhadores, de modo significativo, são associados com o zumbido (Hétu, Lalonde, & Getty, 1987).

O tempo médio de instalação do zumbido em um estudo foi situado entre um e cinco anos. Estes achados estão em concordância com os estudos que relataram o início do zumbido há menos de cinco anos de exposição. Já os autores referiram que 50% dos indivíduos possuíam o zumbido há mais de cinco anos de exposição (Melo et al., 2012).

Um fator importante a ser considerado são os efeitos psicossociais da perda auditiva do ruído. Desde o início da década de 1980 estes efeitos foram estudados e relatados pelo Grupo de Acústica da Universidade de Montreal, os quais não afetam apenas o trabalhador acometido pela perda auditiva, mas também as pessoas que convivem com ele em seu cotidiano, principalmente seus familiares. Dados obtidos por este grupo de pesquisa demonstraram que a perda auditiva no marido afeta o relacionamento do casal, dificultando a qualidade da comunicação marital. As esposas sofrem consequências diretas dos problemas dos maridos, tais como esforço e concentração, estresse e ansiedade, autoimagem negativa

da esposa, restrição da vida social do casal, dificuldade no relacionamento e tristeza, decorrente do isolamento do casal, o que possibilita sérias crises no casamento (Hétu et al., 1987).

Na realidade, o impacto que a perda auditiva pode produzir afeta quase todas as dimensões da condição humana. Estes podem incluir a saúde física, mental e emocional, a percepção de acuidade mental, habilidades sociais, relacionamentos familiares, autoestima, o desempenho acadêmico e ocupacional. Do ponto de vista profissional, estes impactos vêm em forma de salários diminuídos, promoções, ambições/metast não realizadas e em última análise, de baixo valor da reforma ou pensão e segurança na velhice (Getty & Hétu, 1991; Teixeira et al., 2008). A Figura 2.22 a seguir mostra de modo resumido as diversas consequências possíveis para as pessoas que adquiriram perda auditiva permanente.

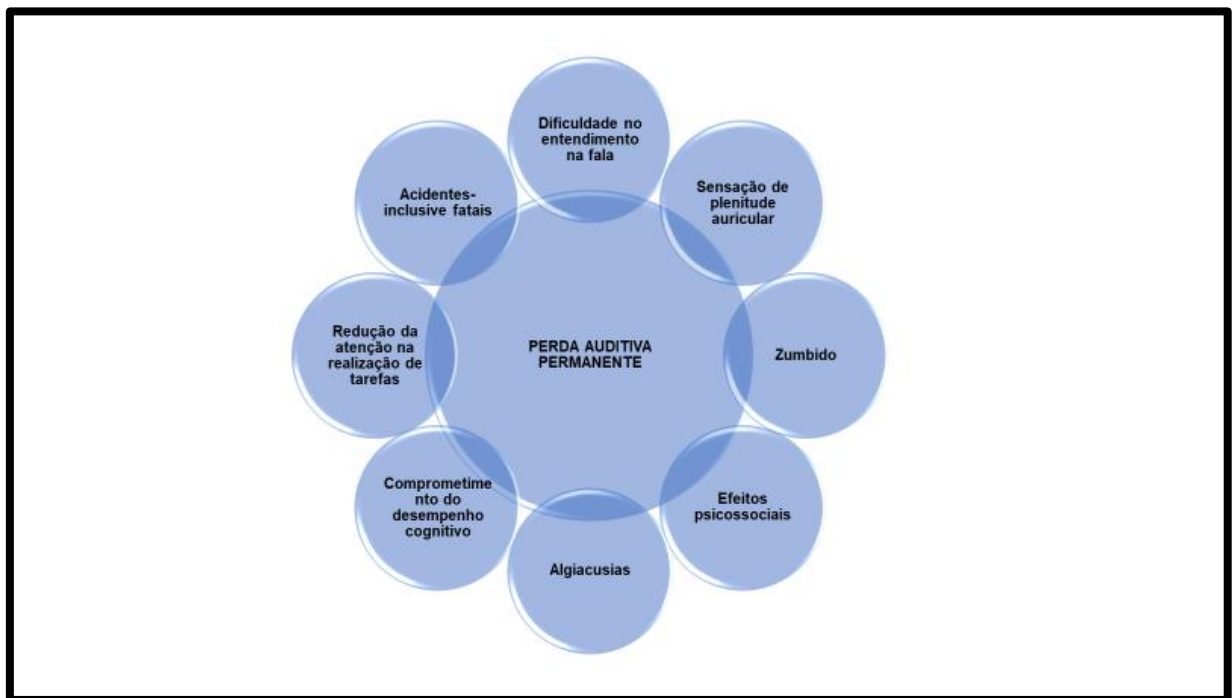


Figura 2.22 - Consequências possíveis para as pessoas que adquiriram perda auditiva permanente

Fonte: Elaborada com base em (Cornacchia & Lovotti, 2006; Melo et al., 2012)

### Exposição crônica e perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional em eventos musicais

A associação entre exposição ao ruído e a perda auditiva ocupacional tem sido descrita há mais de um século, porém, somente a partir da década de 1960, pesquisadores mostraram preocupação com os efeitos da música à audição (Yueh & Shekelle, 2007) e atualmente tem se intensificado a produção científica na área de audiologia e saúde ambiental e o ruído em atividades de lazer e os riscos à audição para músicos (Amorim, Lopes, Santos, Melo, & Lauris, 2008; Andrade, Russo, Lima, & Oliveira, 2002).

Desde a mais remota antiguidade a música assume uma função importante na comunicação entre os seres humanos, sendo o elo mais antigo de interação entre eles. De um modo geral a música é tida como um som agradável e quase sempre ao ouvi-la, associa-se a factos importantes ou acontecimentos da vida de cada um. Entretanto, quando ouvida de forma intensa, pode gerar transtornos e danos às pessoas (Morata, 2007; ICP Russo, 1999).

Entretanto, desde meados da década de 1990, países como a Suíça, Itália, Áustria e França introduziram em suas legislações limites de nível de som para discotecas e concertos de música dita "pop" (Mercier, Luy, & Hohmann, 2003). Na Eslovênia, um estudo realizado em 2010 e 2011, mostrou que ruídos de eventos públicos ao ar livre tais como concertos musicais estão entre os cinco problemas mais citados como de perturbação produzidas pelo ruído para a comunidade do entorno destes espetáculos (Jeram et al., 2013).

Num projeto desenvolvido na Suécia no ano de 2005 envolvendo 134 dos 290 municípios do país e 471 estabelecimentos, verificou-se que 42% de eventos do tipo festival e concertos, ultrapassaram os níveis recomendados. Os mais altos níveis recomendados de pressão sonora para sons de lazer (música) na Suécia são 100 dB e 115 dB ( $L_{Aeq}$ ,  $L_{AFmax}$ ) para os adultos e 97 dB ( $L_{Aeq}$ ) e 110 dB ( $L_{AFmax}$ ) onde crianças com menos de 13 anos de idade têm acesso. Para arranjos destinados apenas a crianças, os níveis devem ser sempre inferiores a 90 dB ( $L_{Aeq}$ ) (Ryberg, 2009).

Estudos diversos foram realizados em músicos para relacionar ruído musical com perda auditiva. Entre os membros da Orquestra Sinfônica de Chicago foram encontrados 42 elementos (71%) com perda auditiva (Royster, Royster, & Killion, 1991). Em estudo realizado em dez ritmistas da bateria de uma escola de samba em São Paulo, Brasil, 40% apresentaram algum grau de perda auditiva neurossensorial, com características sugestivas de perda auditiva induzida por níveis de pressão sonora elevados (Monteiro & Samelli, 2010). Na análise de um grupo de 21 músicos de bandas de rock variadas encontrou-se 11 (52%) com perda auditiva (Samelli & Schochat, 2000). De 50 músicos dos blocos carnavalescos de frevo e maracatu realizado em Recife- Brasil, encontrou-se 42% dos componentes do grupo de frevo e 16% do grupo de maracatu com perda auditiva (Andrade et al., 2002).

Em avaliação dos componentes de uma Banda de Música da Polícia Militar de Santa Catarina (Brasil) com especial ênfase ao grupo de sopro em metal, por ser o instrumento musical mais executado, encontraram 41% destes com perda auditiva. Neste estudo realizou-se medição dos níveis sonoros durante ensaio coletivo da banda, com média de 96 a 107 dB(A), com picos de até 111 dB(A) (Mendes & Morata, 2007).

Um estudo foi realizado na cidade de Fortaleza (Brasil), durante o campeonato mundial de futebol de 2004, nos Estados Unidos, aproveitando a apresentação dos trios elétricos na Avenida Beira Mar, logo após o término das partidas em que a equipa brasileira disputava o campeonato e saiu vitoriosa. Dois trios elétricos posicionavam-se na avenida e esperavam a chegada da população que comemorava a vitória ouvindo os músicos locais. Os valores dos níveis sonoros obtidos nas diferentes partes do veículo do trio elétrico variaram de 104 dB(A) para o teclado a 114 dB(A) para a percussão, tendo sido obtido valor médio de 109 dB(A) (ICPU Russo, Santos, Busgaib, & Osterne, 1995).

Os valores foram comparados com dois outros estudos realizados, sendo um com músicos de uma banda de rock e outro de orquestra sinfônica assim como os efeitos auditivos produzidos nestes profissionais. Após a realização deste estudo, conclui-se que os três grupos musicais atingem níveis de pressão sonora médios superiores a 105 dB(A), sendo registrado o mais elevado para os músicos de rock, 112 dB(A). Os resultados mostraram que, apesar dos níveis sonoros não serem diferentes para os três grupos musicais os efeitos auditivos se mostraram diferentes. A redução temporária do limiar de audição esteve presente em 100% dos músicos de trio elétrico, 88% nos músicos de rock e 48% nos de orquestra sinfônica. Do mesmo modo, a percentagem de indivíduos que apresentavam zumbidos foi maior para o trio elétrico (75%), seguida dos músicos de rock (35%) e de orquestra (18%). Quanto ao sintoma plenitude auricular, 28% dos músicos de trio elétrico o apresentaram contra apenas 10% nos dois outros grupos. A presença de dor de cabeça foi relatada por 14% dos músicos de trio elétrico, 13% dos de rock e 10% dos da orquestra. Finalmente, a tontura esteve presente em 14% dos músicos de trio elétrico,

contra 12% nos de rock e apenas 7% apresentavam-na entre os músicos de orquestra (ICPU Russo et al., 1995).

Entretanto, outros estudos têm sido realizados e sugerido que este tipo de ambiente não é insalubre à audição. Em um amplo levantamento realizado durante 10 anos, no qual mais de 10 mil pessoas foram avaliadas, foram submetidos à análise 187 músicos de orquestra, sendo que 83% tinham boa audição, inclusive acima da média de normalidade (Fleischer & Muller, 2005).

No entanto, deve-se levar em conta, que o músico será exposto à música durante toda a sua carreira profissional, sendo primordial que apresente audição dentro dos padrões de normalidade. Qualquer perda auditiva é indesejável, pois dependendo da severidade, pode vir a dificultar a percepção para alguns tons, timbres, afetando o equilíbrio entre os instrumentos. Além da exposição à música em ensaios coletivos e apresentações, também é exposto durante os ensaios individuais e ainda está geralmente a ouvir outras pessoas tocando, podendo ter uma vida ruidosa em geral (Laitinen, 2005).

Estudos em países como Alemanha, Brasil, Canadá e Reino Unido têm apresentado resultados importantes sobre perdas auditivas em músicos, níveis sonoros de exposição e uso de proteção auricular com protetores adequados. Existem relatos na Alemanha de improvisações tais como o uso de algodão e pontas de cigarro visando uma autoproteção (Laitinen, 2005; Mendes, Morata, & Marques, 2007).

### **Exposição do público ao ruído crônico produzido por eventos musicais em atividades de lazer no ambiente externo**

O ruído excessivo é frequentemente aceito como “parte natural” das atividades de lazer, seja em ambientes fechados ou ao ar livre. O número de jovens expostos ao ruído em atividades de lazer triplicou desde a década de 1980. Ao final da década de 1990 estimou-se que 17 % dos adolescentes podiam ter perdido um pouco de sua audiência provavelmente devido à exposição ao ruído (Holmes et al., 1997).

Em 2001, cerca de 12,5% das crianças americanas com idades entre 6 a 19 anos tinham deficiência auditiva em um ou ambos os ouvidos (Holmes et al., 1997). Isto parece estar correlacionado com o aumento da exposição a níveis perigosos de ruído, cada vez mais cedo, desde a infância até a idade adulta (Goines & Hagler, 2007). Como consequência as crianças norte-americanas e adultos jovens com deficiência auditiva têm uma pior qualidade de vida relacionada à redução de interações sociais, isolamento, um sentimento de exclusão, depressão, e a função cognitiva possivelmente danificada, sendo que estes sintomas estão intimamente associados com a comunicação interpessoal degradada (Rawool & Colligon-Wayne, 2008).

Em função do uso cada vez maior dos iPod e afins entre crianças, um programa de conservação auditiva foi proposto para escolas de ensino básico na Austrália. Neste projeto participaram 318 crianças com idades entre os 9 e 13 anos. Os resultados foram considerados satisfatórios, não apenas pela sensibilização das crianças para a problemática envolvendo o risco de exposição ao ruído, mas também por ter sido observado um aumento do conhecimento do tema quando comparado com os resultados de questionários antes e depois do projeto. Atualmente, esforços estão focados no desenvolvimento de jogo interativo para que os alunos possam medir o ruído na saída de som do seu aparelho, além de um levantamento junto aos professores sobre a eficácia do programa (Taljaard, Leishman, & Eikelboom, 2013).

A constatação de que a exposição à música e a produção de danos auditivos é uma realidade já levou a músicos de uma banda de rock nos Estados Unidos a realizarem parceria com a American Speech-Language-Hearing Association (ASHA) visando a sensibilização de seus fãs e o público em geral no sentido de se comprometerem a uma audição musical responsável e segura (Niskar et al., 2001). Níveis

sonoros próximos de 105 dB(A) ocorrem com frequência em casas noturnas com música ao vivo. Para este valor são recomendáveis um tempo de exposição inferior a quatro minutos o que evidentemente não se verifica na realidade (Niskar et al., 2001).

Durante o campeonato mundial de futebol na África do Sul de 2010, foi utilizado um instrumento musical do tipo trompete, a *vuvuzela*, que produzia um nível sonoro variando de 115 a 132 dB(A). Um estudo tentando investigar uma relação entre o papel dos órgãos de informação, que se posicionou contrária ao uso do instrumento, e a sensibilização da população que ia aos Estádios quanto a possíveis danos auditivos produzidos pelo ruído, concluiu que, por esta via, não se conseguiu sensibilizar as pessoas que iam aos jogos. Apesar disto, verificou-se que, se profissionais da saúde abordassem o tema dentro de um planeamento adequado, com esclarecimentos devidos sobre os riscos do ruído, os entrevistados se mostraram receptivos ao uso de proteção para os ouvidos durante estes eventos (Ramma, 2011).

Em pesquisa realizada com mais de 700 adolescentes e jovens adultos dos EUA, verificou-se que a maioria frequentava discotecas e concertos de rock e descobriram que os indivíduos foram expostos a sons superiores a 87dB(A) durante estes eventos. Aproximadamente 60% dos entrevistados relataram que não consideraram o ruído excessivo ou potencialmente prejudicial à sua audição, mas 71% sofria de zumbido e 11% relataram perda de audição, pelo menos temporária, após participação em um evento de música (Daniel, 2007). Entretanto, estudos tem revelado a possibilidade de lesão coclear com apenas uma única exposição em concertos de rock e de música *pop* (Daniel, 2007).

Numa pesquisa qualitativa realizada em Nova Delhi (Índia), a cidade foi dividida em 12 zonas, sendo escolhidas duas, as de maior e de menor densidade populacional. Um total de 1693 habitações foram selecionadas, o que equivale a 1% dos locais pesquisados. Numa das questões formuladas procuraram identificar junto à população as fontes de poluição sonora existentes (veículos, geradores, vizinhanças, indústrias domésticas, eventos religiosos ou políticos). O resultado mostrou que para a zona de maior densidade populacional, cerca de 9% dos entrevistados identificaram como fontes de poluição sonora os eventos religiosos ou políticos, percentagem maior que os que consideraram indústrias domésticas como fonte deste tipo de poluição (8%). Na zona de menor densidade populacional, esta percentagem subiu para 15% (Firdaus & Ahmad, 2010).

Um estudo recente realizado na Noruega, em dois festivais diferentes, mostrou que em um deles o ruído ultrapassou o limite de exposição norueguês ( $L_{Aeq}=99$  dB(A), para 30 minutos e  $L_{Cpico}$  de 130 dB(C)) e os da OMS ( $L_{Aeq} = 100$  dB(A) e  $L_{AFmax} = 110$  dB(A)) (Tronstad & Gelderblom, 2016).

## **Exposição ao ruído em parques de diversões**

O presente trabalho, em sua investigação sobre o fenômeno acústico presente em festas e romarias populares, incluiu a avaliação do ruído em parques de diversão. É comum observar nas festas, de médio e grande porte, mais este tipo de atração. Como consequência natural, famílias com bebês, crianças e jovens estão presentes nestes eventos, e evidentemente, assim como os profissionais da área, estão sempre expostos ao ruído e mereceram atenção nesta pesquisa.

Em nossa revisão de literatura não encontramos nenhum artigo abordando avaliações de ruído em parques de diversão nas características encontradas em Portugal. Entretanto, alguns artigos e relatórios técnicos sobre avaliação de ruído em parques temáticos foram encontrados e serão relatados a seguir. De todo modo, ocorrem situações que se aproximam, o que torna relevante sua análise, sobretudo porque a indústria de brinquedos tem sido obrigada a desenvolver tecnologias para redução do ruído que podem

ser transferidas para realidades mais simples, mas que estão produzindo ruídos em níveis elevados conforme será relatado no capítulo respectivo.

Os parques de diversões como são conhecidos hoje, apresentavam elementos conceituais nas feiras da Europa medieval em eventos promovidos principalmente pela Igreja Católica. Ao assumirem o papel de centros de divertimento e descontração, ganharam popularidade quando adicionaram aos seus tradicionais *stands* de venda de *commodities* inúmeras atrações como malabaristas, cantores, dançarinas, show de marionetes, entre outros (Martinez, 1999).

Nos séculos XVII e XVIII, em função da Revolução Industrial, a população, em particular na Inglaterra, começou a buscar refúgios bucólicos e um novo conceito surgiu. O “*Pleasure Gardens*” precursor dos parques atuais, apresentavam um belo projeto paisagístico, estruturas ousadas, concertos e atrações teatrais, fogos de artifício e balonismo. Apesar do protagonismo europeu, o berço da indústria moderna dos parques temáticos, ocorreu nos Estados Unidos da América (EUA). Uma característica que sempre atraiu multidões para os parques temáticos nos EUA foram as grandes estruturas extravagantes e de gosto duvidoso, a iluminação abundante e colorida associados a música de alta intensidade (Martinez, 1999).

O crescimento do setor acabou levando a se organizarem e em 1918 foi criada a *International Association of Amusement Parks and Attractions* (IAAPA), sendo que atualmente possui cerca de 5.000 associados em 100 países. O setor emprega, no mundo, cerca de 100.000 pessoas durante todo o ano e 500.000 em função da sazonalidade (“International Association of Amusement Parks and Attractions”, 2018).

Diversas são as fontes de ruídos encontrados em um parque de temáticos. De um modo geral se pode falar em quatro categorias na Figura 2.23:



Figura 2.23 - Categorias de fontes de ruído em parques temáticos

Fonte: Adaptado de (F. Kaiser & Rohde, 15 Sep 2013)

Já no final da década de 1990, um estudo realizado em um parque temático nos EUA, avaliou fontes de ruído de origem musical, mecânico/tecnológico e humano. Alguns dos resultados são representados na Figura 2.24. Os resultados foram obtidos a 15 m das fontes de ruído. Entre os brinquedos, destaca-se o



*free-fall*, por este ser encontrado nos parques de diversões dos eventos de interesse desta pesquisa. A configuração básica deste equipamento consiste em uma torre na qual está inserida um conjunto de cadeiras, onde serão acomodadas as pessoas. Estas cadeiras são elevadas até cerca de 50m de altura e depois são liberadas em queda livre por alguns segundos. O ruído deste equipamento tem origem durante sua movimentação até a altura máxima e nos gritos dos participantes quando o sistema é liberado em queda livre. Durante esta avaliação, o ruído mais expressivo foi o produzido pela montanha russa. Entre as principais causas está o facto de que o ruído produzido pelo atrito entre os carros e o sistema de rolamento da pista é muito significativo, os gritos dos participantes são frequentes e em alta intensidade e em função de que os carros da montanha atingem alturas que acabam produzindo ruído de alta intensidade em todas as direções e que chegam a longas distâncias sem sofrerem atenuações de barreiras produzidas por edificações ou atenuação devida ao solo (Menge, 1999). Este tipo de equipamento não é encontrado nas festas de interesse desta pesquisa, mas brinquedos similares, que produzem divertimento baseado no mesmo princípio, são encontrados em dimensões reduzidas nos eventos avaliados.



Figura 2.24 - Valores típicos de ruído encontrados em parques temáticos

Fonte: Adaptado de (Menge, 1999), imagens <https://i.ytimg.com/vi/6UH6iA0juXM/maxresdefault.jpg> e [http://cultura.estadao.com.br/blogs/divirta-se/wp-content/uploads/sites/265/2012/07/waimea\\_site](http://cultura.estadao.com.br/blogs/divirta-se/wp-content/uploads/sites/265/2012/07/waimea_site)

Mais recentemente, uma pesquisa visando avaliar o nível de ruído produzido em parques temáticos, coletou dados em quatro locais, em Orlando, Flórida, EUA. Os parques avaliados foram o Universal Island of Adventures (UIA), Universal Studios Florida (USF), Disney Magic Kingdom (DMK) e o Sea World (SW).

Foram encontradas fontes de ruído musical, mecânico/tecnológico (brinquedos, animais mecânicos (pássaros, dinossauros), ruídos produzidos simulando um gorila e um leão, sinos) humano (pessoas falando e gritando) e natural, neste caso de origem animal (pássaros). Os resultados podem ser observados na Figura 2.25 e são descritos em  $L_{Aeq}$  e variaram de 65 dB(A) a 85 dB(A). Os valores



maiores de  $L_{Aeq}$  foram encontrados próximos à montanha russa e de um sistema que simula o som de um gorila ou de leão (F. Kaiser & Rohde, 15 Sep 2013).



Figura 2.25 - Valores de  $L_{Aeq}$  do parque temático Universal Island of Adventures

. Fonte: Kaiser & Rohde, 2013 (F. Kaiser & Rohde, 15 Sep 2013)

Um aspecto relevante a ser considerado é a exposição ocupacional dos trabalhadores deste tipo de atividade, tais como operadores de equipamentos, pessoal de apoio, vendedores, músicos entre outros.

Uma avaliação de ruído ocupacional de operadores dos equipamentos (brinquedos) no parque temático Midway, no Estado do Colorado (EUA), mostrou trabalhadores expostos a níveis acima dos limites de exposição permitido para os padrões americanos (Kramer, Tamaki, Roush, & Meinke, 2018). Foram avaliados o ruído em 20 operadores de equipamentos utilizando um dosímetro de ruído NP-DLX, classe II, fabricado pela 3M (Figura 2.26).



Figura 2.26 - Dosímetro de ruído NP-DLX, classe II, fabricado pela 3M para avaliação de exposição ao ruído ocupacional

Fonte: [https://www.3m.com.br/3M/pt\\_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~-/Dos%C3%ADmetro-3M-NoisePro/?N=5002385+3293752651&rt=rud](https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~-/Dos%C3%ADmetro-3M-NoisePro/?N=5002385+3293752651&rt=rud)

Alguns dos equipamentos avaliados, tais como o *Jungle Twist*, *Alpine Bobs*, *Rave* e *Techno Power* mostrados na Figura 2.27 são encontrados em versões semelhantes nos eventos de interesse desta pesquisa.



Figura 2.27 - Equipamentos encontrados em parque temático dos EUA e em festas de Portugal

Fonte: <http://power959.com/files/2014/09/Jungle-Twist.jpg?w=980&q=75> , <https://www.kiwimill.com/wp-content/uploads/2015/05/Alpine%20Bobs.JPG>, [https://c1.staticflickr.com/3/2594/3954241527\\_254bf208cb\\_b.jpg](https://c1.staticflickr.com/3/2594/3954241527_254bf208cb_b.jpg)

A Tabela 2.7 mostra os resultados das avaliações conforme os critérios de limites de exposição americanos da Occupational Safety & Health Administration e da National Institute of Occupational Safety and Health descritos na Tabela 2.6. Os valores do quadro em vermelho estão acima dos limites de exposição. Na Tabela 2.6  $L_{avg}$  é o Nível Médio (Average Level) e representa a média do nível de ruído durante um determinado período de tempo e  $q$  o fator duplicativo de dose.

Tabela 2.6 - Critérios de Limites de Exposição Ocupacional – EUA  
(Niosh, 1998; Osha, 2011)

CRITÉRIO	LIMITE
OSHA AL $L_{avg}$ (AL -Nível Médio)	85 dB(A) – $q = 5$
OSHA PEL $L_{avg}$ (PEL – Limite de Exposição Permitido)	90 dB(A) – $q = 5$
NIOSH REL Leq (REL – Limite de Exposição Recomendado)	85 dB(A) – $q = 3$
Slow Máx. (Nível de exposição máxima-ruídos contínuos/intermitentes)	115 dB(A)
Peak Level (Nível de Pico)	140 dB SPL

Tabela 2.7 - Resultados da avaliação do ruído em operadores do parque temático Midway  
(Kramer et al., 2018)

Item#	Brinquedo	OSHA AL $L_{avg}$ dB(A)	OSHA PEL $L_{avg}$ dB(A)	NIOSH Leq dB(A)	Slow Max dB(A)	Peak Level dB SPL
1	Jungle Twist	90	87,9	93	116	133,8
2	Viper	87	80,1	91,5	132,6	144,9
3	Beetle Bobs	90,9	88,6	92,5	114,1	130,4
4	Starship	89,4	87	92,4	113,8	137,6
5	Lady Bugs	92,6	91,2	94	111,4	128,4
6	Wacky Mouse	86,6	81,6	88,8	110,1	146,3
7	Love Bugs	94	92,9	96	115,5	132,8
8	Pirate Ship	86,5	82,9	89,2	113,6	131,4
9	Air Raid	87,8	83,9	90,1	115,9	133
10	Rave	90,1	87,6	91,2	111,7	131,8
11	Fun Lodge	83,9	75,5	86,2	115,7	145,2
12	Zillerator	78,1	66,8	81,8	107,9	124,4
13	Torando	87,9	84,2	90,1	108,9	127,9
14	Bubble House	83,6	68,9	84,6	104,9	133,1
15	Magnum	86,6	83,2	89,2	113,1	136,7
16	Daytona	84	73,1	86,2	122,4	144,4
17	Techno Power	88,7	85,8	92,8	133,3	146,9
18	Safari Train	80	64	82,3	104,3	134,1
19	Alpine Bobs	89,3	87	91,5	111,4	133,1
20	Fun Factory	84,2	79,7	87,1	110,7	142,3



<b>Média</b>	<b>87,1</b>	<b>81,6</b>	<b>89,5</b>	<b>114,4</b>	<b>135,9</b>
<b>DP</b>	<b>3,9</b>	<b>8,1</b>	<b>3,8</b>	<b>7,6</b>	<b>6,8</b>

Os valores de percentual de dose média e número de trabalhadores expostos acima dos limites de exposição adotados, conforme os padrões americanos, podem ser visualizados na Tabela 2.8. Foi inserido também o parâmetro TWA (Time Weighted Average, Média Ponderada no Tempo), que representa a média ponderada do nível de pressão sonora para uma jornada de 8 horas.

Tabela 2.8 - Dose média, TWA e número de trabalhadores expostos ao ruído acima dos Limites de Exposição no parque temático MIDWAY  
(Kramer et al., 2018)

	Dose Média (%)	TWA dB(A)	Nº de trabalhadores expostos acima dos Limites de Exposição.
OSHA -AL	104,9	89,0 ±4,8	16
OSHA – PEL	67,9	83,5 ± 8,9	04
NIOSH – REL	547,9	90,7 ± 4.4	17

Mais recentemente, durante o verão de 2015, no Sul de Wisconsin e no norte de Illinois, durante as festas da estação, 136 operadores de 17 parques de diversão tiveram sua exposição ao ruído avaliada e cerca de 18% estavam expostos a ruídos acima dos padrões da *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* de 85 dB(A) (Gilbertson, Thies, & Vosburgh, 2017).

#### 2.10.2. EFEITOS NÃO AUDITIVOS DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

Diversos autores têm relatado os efeitos não auditivos produzidos pelo ruído tais como incômodo à comunidade comprometimento da função cognitiva nas crianças em idade escolar, distúrbios do sono variações na pressão arterial, entre outros (Baser et al., 2014; Bronzaft, 2017; Fyhri & Aasvang, 2010).

Um estudo transversal envolvendo 1113 crianças com idade entre os 7 e os 11 anos de um município em Belgrado, Sérvia, teve como um dos objetivos investigar a relação entre os níveis de ruído, densidade de tráfego e a presença de transportes públicos e da pressão arterial infantil. As crianças que frequentavam as escolas com os transportes públicos em execução nas proximidades tiveram a pressão sistólica 1,3 mmHg maior do que as crianças das escolas, sem transporte público, indicando uma possível associação positiva entre a presença de transportes públicos nas proximidades de escolas, com a pressão arterial sistólica em crianças em idade escolar 7-11 anos de idade (Paunovic, Belojovic, & Jakovljevic, 2013).

Entre outros efeitos não auditivos do ruído está a “incomodidade” que é a resposta que apresenta maior prevalência numa comunidade exposta ao ruído ambiente. Esta irritação pode resultar do ruído interferindo com atividades diárias, sentimentos, pensamentos, dormir ou descansar, e podem ser acompanhadas por respostas negativas, como raiva, desgosto, cansaço, e por sintomas relacionados ao estresse (Öhrström, Skånberg, Svensson, & Gidlöf-Gunnarsson, 2006). O “incômodo” contribui substancialmente para a carga de doença do ruído ambiental e é a resposta da comunidade mais prevalente em uma população exposta ao ruído ambiental (Baser et al., 2014).

A Figura 2.28, mostra um modelo adotado pelo projeto “Genlyd” desenvolvido pela DELTA Acoustics & Electronics a pedido do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação da Dinamarca com o objetivo

de compreender melhor o incômodo produzido pelo ruído. Segundo este modelo, o incômodo produzido por um conjunto de três fatores. O nível de ruído, o contexto e as pessoas. O facto de reduzir o nível de pressão sonora, não necessariamente reduz o incômodo uma vez que o contexto e as características pessoais são variáveis que não são controladas por medidas técnicas adotadas para o controle do ruído (DELTA Acoustics & Electronics, 2007).

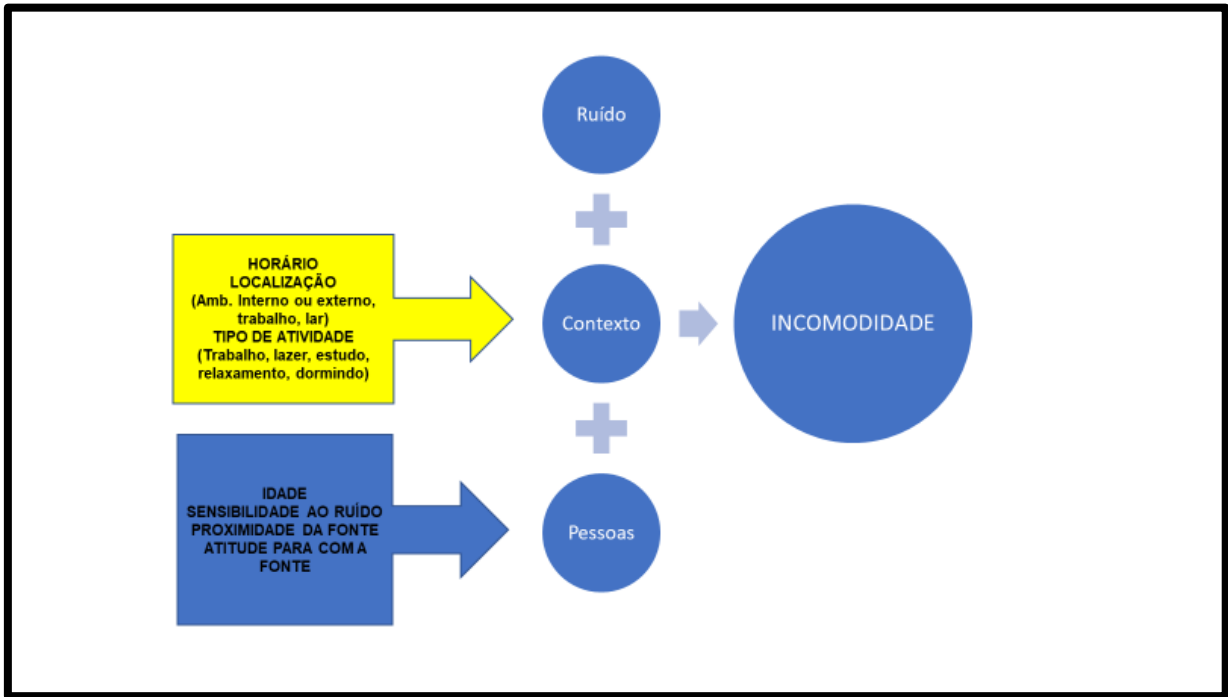


Figura 2.28 - Modelo explicativo do incômodo do produzido pelo ruído

Fonte: Adaptado de The "Genlyd" Noise Annoyance Model, 2007 ("The "Genlyd" Noise Annoyance Model: Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions," 2007).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde, mais de 1 milhão de anos de vida são perdidos anualmente por causa da exposição ao ruído ambiente nos Estados membros da Comunidade Europeia. A maioria desta perda pode ser atribuída à perturbação e incômodo ao sono induzida por ruído (OMS, 2011).

O sono é uma necessidade biológica e há muitas evidências de que a perturbação do sono está associada com vários problemas de saúde. Estudos de distúrbios do sono em crianças e em trabalhadores por turnos mostram claramente os efeitos adversos. O mais prejudicial efeito não auditivo produzido pelo ruído é a perturbação do sono uma vez que quando este é tranquilo e em tempo suficiente, proporciona uma adequada vigilância diurna, um melhor desempenho, qualidade de vida e saúde (Muzet, 2007). A Figura 2.29 mostra os diversos efeitos não auditivos produzidos pelo ruído.

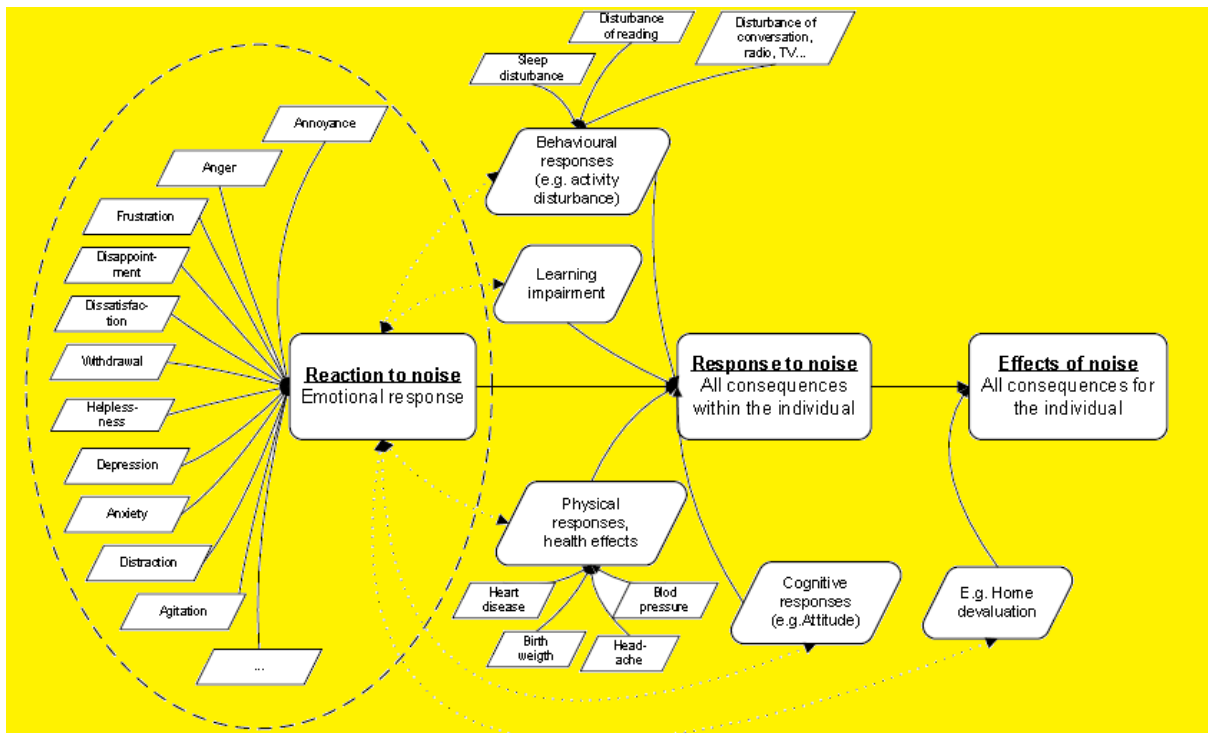


Figura 2.29 - Efeitos não auditivos produzidos pela exposição ao ruído

Fonte: Adaptado de: Petersen H.T, 2006 (Pedersen, 2016).

Pessoas com doença mental (por exemplo, esquizofrenia ou autismo), as que sofrem de zumbido ou que apresentem sensibilidade ao ruído, recém-nascidos, trabalhadores que exercem suas atividades em turnos são também citados na literatura como fazendo parte de grupos considerados vulneráveis. Entretanto, o mecanismo para essa vulnerabilidade ainda não foi claramente descrito e pesquisas relevantes raramente tem focado sobre os efeitos do ruído na saúde desses grupos (Kamp & Davies, 2013).

O incômodo produzido pelo ruído torna-se ainda mais agravante para as pessoas que sofrem de Transtorno de Estresse Pós-Traumático (Post-Traumatic Stress Disorder - PTSD). O transtorno de estresse pós-traumático (PTSD) foi diagnosticado em mais de 200 mil veteranos militares dos EUA que retornaram do combate no Iraque e no Afeganistão. O transtorno também é comumente encontrado em civis que estiveram envolvidos em um acidente ou um assalto, ou sofreram a perda inesperada de um ente querido. Aproximadamente 8% da população dos EUA sofrerá de PTSD em algum momento de suas vidas. A desordem pode levar a ataques de pânico, abuso de substâncias, depressão, suicídio e uma série de outras complicações médicas graves, incluindo, principalmente, distúrbios cardiovasculares (Harvard Medical School, 2014).

O primeiro estudo epidemiológico de Portugal visando investigar o PTSD no país analisou a resposta de 2606 pessoas da população distribuída por todos os distritos. A situação traumática referida por um maior número de inquiridos foi a morte violenta de familiar ou amigo (29,3%), seguindo-se roubado ou assaltado (22,7%) e testemunha de acidente grave ou morte (22,2%). Cento e noventa e dois indivíduos (7,4%) estiveram diretamente envolvidos em situação de combate/guerra. Os sintomas mais referidos pelos inquiridos foram: Evitava recordar-se dessa experiência afastando-se de certos locais, pessoas ou atividades? (39,1%), após essa experiência, notou mais dificuldades do que antes em adormecer ou manter o sono? (41,9%) e, tornou-se mais nervoso ou mais facilmente assustado por barulhos ou

movimentos? (48,4%) (Albuquerque, Soares, Jesus, & Alves, 2003). Mais recentemente, um estudo da Universidade do Minho revelou que, cerca de 11% dos militares que estiveram na Guerra do Afeganistão, apresentavam sintomas de PTSD (Osório et al., 2013).

Para os militares que sofrem de transtorno de estresse pós-traumático em função da participação em guerras, a explosão de fogo de artifício pode gerar lembranças de explosões, bombas e armas. Alguns ficam alarmados até ao ponto de entrarem pânico, com acessos de irritabilidade ou mesmo explosões de raiva (Park, 2015; Tran, 2014).

“Assim que um fogo de artifício explodia, aumentava a adrenalina. Eu hiperventilava, tinha palpitações cardíacas, ficava agressivo, era muito assustador ” afirmou um veterano de guerra britânico ao The Guardian (Tran, 2014).

A Figura 2.30 revela esta realidade. No dia 4 de Julho, em que se comemora a independência dos Estados Unidos da América, veteranos americanos por todo país pedem a gentileza aos vizinhos para evitarem fogo de artifício na vizinhança.



Figura 2.30 - Sinalização de veteranos americanos solicitando a gentileza dos vizinhos com o uso fogo de artifício

Fonte: <http://www.militarywithptsd.org/>

Na diretriz recentemente publicada pela OMS para a carga de doenças do ruído ambiental, concluiu-se que pesquisas epidemiológicas futuras sobre ruído precisam se concentrar em grupos vulneráveis uma vez que exposições ao ruído pode ser pior para os subgrupos particulares do que para outros, como crianças, idosos e grupos socioeconômicos menos favorecidos. É provável que os efeitos do ruído podem ser diferenciados entre os subgrupos (Kamp & Davies, 2013).

Segundo a Comissão Europeia, a exposição crônica ao ruído é uma forma comum de estresse ambiental em áreas urbanas (Organization, 2011). Por outro lado, estressores ambientais são considerados como desencadeadores do estresse psicológico e fisiológico produzindo respostas, como uma ativação cardiovascular e psico-neuroendócrino. As respostas fisiológicas incluem a ativação do eixo hipotálamo-pituitária- adrenal (HPA) e o ramo simpático do sistema nervoso autônomo. A ativação do sistema

nervoso simpático tem vários efeitos, incluindo aumento da frequência cardíaca e pressão arterial (Ulrich-Lai et al., 2010; Ulrich-Lai & Herman, 2010).

A exposição ao ruído crônico em adultos foi associada ao aumento dos níveis de hormônios do estresse (Hohmann et al., 2013), hipertensão (Barregard, 2011; Chang, Liu, Hsieh, Bao, & Lai, 2012), infarto do miocárdio ou doenças cerebrovasculares (Babisch, Beule, Schust, Kersten, & Ising, 2005; Sørensen et al., 2011).

## **2.11. ENQUADRAMENTO LEGAL DE RUÍDO APLICADO À FESTAS E ROMARIAS POPULARES**

Na União Europeia (UE), o direito divide-se em direito primário e direito derivado. Os tratados fazem parte do direito primário e constituem as regras fundamentais que estão na base de todas as medidas tomadas pela UE. O direito derivado é constituído pelos regulamentos, diretivas e decisões e decorre dos princípios e objetivos estabelecidos nos tratados. A União Europeia baseia-se nos princípios do Estado de Direito, ou seja, todas as medidas tomadas pela UE assentam nos tratados que foram aprovados voluntária e democraticamente por todos os países da UE. Esta legislação, tal como as políticas da União em geral, é o resultado de decisões tomadas pelo Conselho (que representa os governos nacionais), pelo Parlamento Europeu (que representa os cidadãos) e pela Comissão Europeia (órgão independente dos governos dos Estados-Membros que representa o interesse coletivo dos europeus) ("Porto: a união," 2017).

Após o Parlamento Europeu e o Conselho aprovarem o texto final de uma proposta legislativa, o mesmo é assinado conjuntamente pelos presidentes e secretários gerais de ambas as instituições. Após a assinatura, o texto é publicado no Jornal Oficial e adquire força de lei. Os regulamentos são vinculativos e diretamente aplicáveis em toda a UE a partir da data fixada no Jornal Oficial. As diretivas fixam os resultados finais a atingir em cada Estado-Membro, cabendo aos governos nacionais decidir a forma como devem adaptar as suas leis para atingir esses objetivos. Cada diretiva especifica a data em que as legislações nacionais devem ser adaptadas. As decisões aplicam-se em casos específicos, envolvendo determinadas autoridades ou indivíduos, e são totalmente vinculativas ("Porto: a união," 2017).

### **2.11.1. RUÍDO OCUPACIONAL E ENQUADRAMENTO LEGAL EM ATIVIDADES DE ENTRETENIMENTO NA UNIÃO EUROPEIA**

Em fevereiro de 2003, o Parlamento Europeu e o Conselho adotaram a Diretiva 2003/10/CE ("Directiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído) (Décima sétima directiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE)," 2003). Esta diretiva, que é específica na aceção do artigo 16.º da Diretiva 89/391/CEE46) ("Directiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho," 1989), prescreve condições mínimas de segurança e saúde relativa à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído e veio substituir, após 10 anos, a anterior Diretiva 86/188/CEE) ("Directiva 86/188/CEE do Conselho de 12 de Maio de 1986 relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho," 1986), criando assim um instrumento concreto e eficaz para honrar este compromisso).

A Diretiva 2003/10/CE relativa ao ruído faz referência à diretiva sobre equipamentos de proteção individual (EPI) para definir as prescrições mínimas de segurança e de saúde dos equipamentos de proteção individual utilizados pelos trabalhadores e, nomeadamente, dos protetores auditivos



individuais. A Figura 2.31 mostra a relação dessa diretiva relativa ao ruído com as diretivas relativas aos EPI. A Diretiva 89/656/CEE relativa à utilização de EPI estabelece prescrições mínimas em matéria de avaliação, seleção e utilização correta dos equipamentos de proteção individual, incluindo os protetores auditivos ("Directiva 89/656/CEE do Conselho, de 30 de Novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de protecção individual no trabalho (terceira Directiva especial, na acepção do nº 1 do artigo 16º da Directiva 89/391/CEE," 1989).

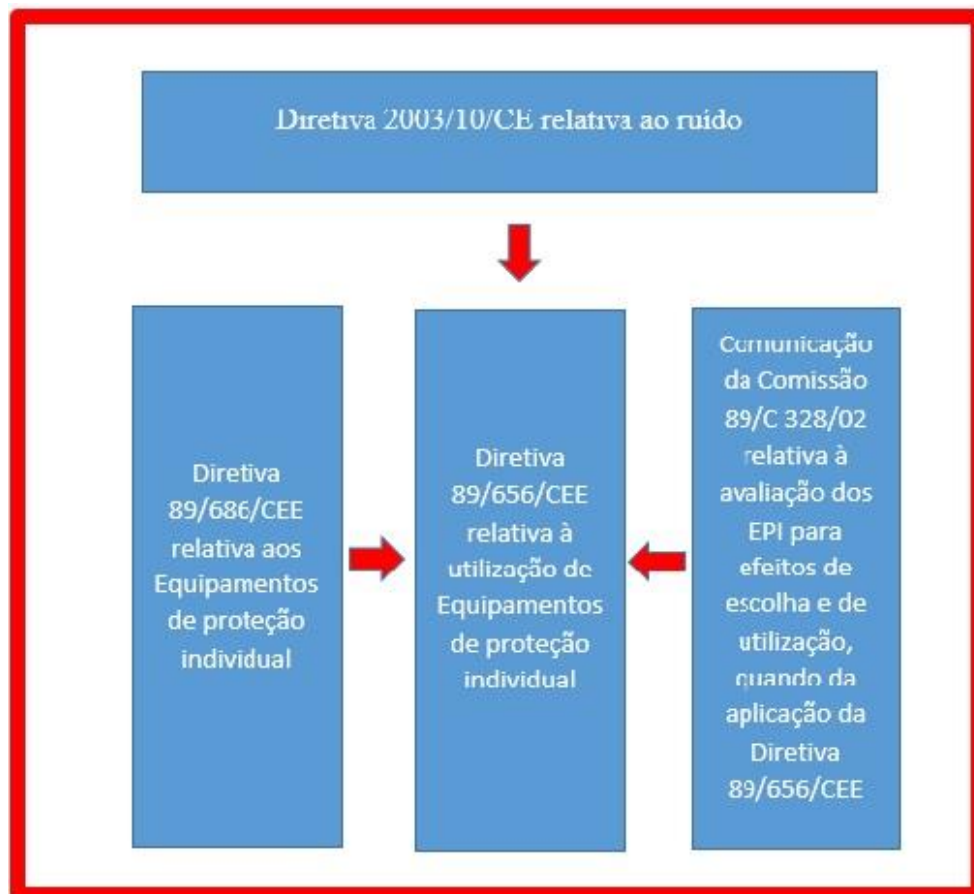


Figura 2.31 - Relação da diretiva 2003/10/CE com as diretivas relativas aos Equipamentos de Proteção Individual

Fonte: Adaptado de ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho" Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009).

Os trabalhadores especialmente sensíveis a um determinado risco, devem merecer a atenção da classe empregadora. Neste sentido, tanto a Diretiva 92/85/CEE relativa às trabalhadoras grávidas e a Diretiva 94/33/CE relativa à proteção dos jovens estabelecem determinadas medidas específicas (Figura 2.32) ("Directiva 92/85/CEE do Conselho, de 19 de Outubro de 1992, relativa à implementação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas ou lactantes no trabalho (décima directiva especial na acepção do nº 1 do artigo 16º da Directiva 89/391/CEE)," 1992; "Directiva 94/33/CE do Conselho, de 22 de Junho de 1994, relativa à protecção dos jovens no trabalho," 1994).

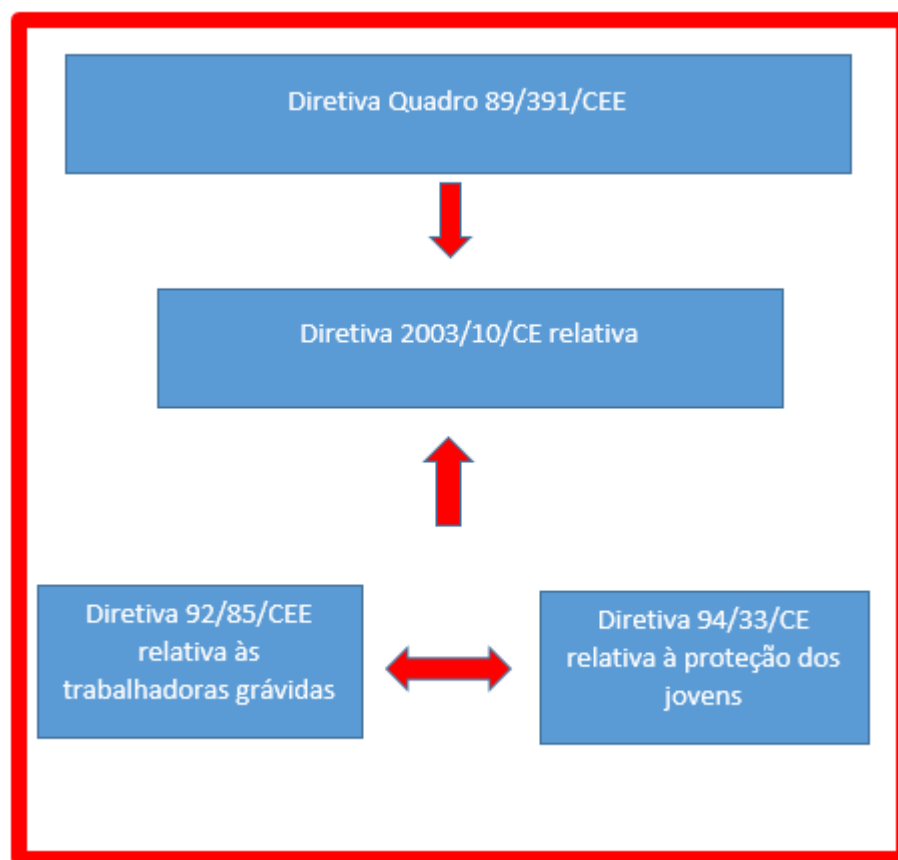


Figura 2.32 - Relação da diretiva relativa ao ruído com as diretivas relativas a grupos de risco particularmente sensíveis

Fonte: Adaptado de ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho" Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009)

A Tabela 2.9 a seguir mostra os níveis de exposição bem como as recomendações da Diretiva 2003/10/CE e os conceitos de valor limite de exposição» e «valores de exposição que desencadeiam a ação, e recomendações introduzidos por esta.

Os Limites de Exposição são classificados em Valor de Ação Inferior, quando o ruído ocupacional não deve ultrapassar os valores de 80dB(A) ou 135dB(C); Valor de Ação Superior, quando o ruído ocupacional for maior ou igual a 85dB(A) ou 135dB(C) e o Valor Limite de Exposição que é o valor máximo permitido, no caso 87dB(A) ou 140dB(C).

Tabela 2.9 - Limites de Exposição e recomendações da Diretiva 2003/10/CE [1099]  
 Adaptado de ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho"  
 Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009)

Limites de Exposição	RECOMENDAÇÕES
Valor Limite de Exposição 87 dB (A) 140 dB (C) Equivalente a 200 Pa	Não ultrapassar este limite Artigo 3º
Valores de ação superior ≥85 dB (A) ≥137 dB (C) Equivalente a 140 Pa	<p>O empregador deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estabelecer e executar um programa de medidas técnicas e/ou organizativas destinadas a reduzir a exposição ao ruído (nº 2 do artigo 5.º)</li> <li>• Dar informações e formação sobre os riscos resultantes da exposição ao ruído aos trabalhadores expostos (artigo 8.º)</li> <li>• Sinalizar adequadamente os locais de trabalho onde os trabalhadores possam estar sujeitos a níveis de ruído que ultrapassem os valores de ação superiores (nº 3 do artigo 5.º)</li> <li>• Garantir a verificação da função auditiva dos trabalhadores por um médico ou por outra pessoa devidamente qualificada sob a responsabilidade de um médico, de acordo com as leis e/ou práticas nacionais (nº 2 do artigo 10.º)</li> </ul> <p>Os trabalhadores deverão:</p> <p>utilizar os protetores auriculares individuais, quando a exposição sonora igualar ou ultrapassar os valores de Ação superiores (nº 1, alínea b), do artigo 6.º)</p>
Valores de ação inferior 80 dB (A) 135 dB (C) Equivalente a 112 Pa	<p>O empregador deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar os trabalhadores (artigo 8.º)</li> <li>• Formar os trabalhadores (artigo 8.º)</li> <li>• Colocar protetores auditivos individuais a disposição dos trabalhadores (nº 1, alínea a), do artigo 6.º)</li> <li>• Propor aos trabalhadores um exame audiométrico preventivo (nº 2 do artigo 10.º)</li> </ul>

Em seu artigo 14.º, a Diretiva 2003/10/CE prevê o seguinte: «No âmbito da aplicação da presente Diretiva, os Estados-Membros, em colaboração com os parceiros sociais, e de acordo com as leis e práticas nacionais, elaborarão um código de conduta que faculte orientações práticas destinado a ajudar os trabalhadores e as entidades patronais dos sectores da música e do entretenimento a cumprir as obrigações legais estabelecidas pela presente Diretiva.»

Vale salientar que muitas das pessoas que exercem alguma atividade neste tipo de eventos, trabalham por conta própria, e que por isto mesmo não estão abrangidos pelas exigências da Diretiva 2003/10/CE ("Directiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos

devidos aos agentes físicos (ruído) (Décima sétima directiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE)," 2003).

Entretanto, grupo de trabalhadores nestas condições, deveriam ser beneficiados do disposto na Recomendação 2003/134/CE do Conselho sobre a melhoria da proteção da saúde e da segurança no trabalho dos trabalhadores independentes. Aos Estados membros da União Europeia se recomenda que ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho" Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009; *Recomendação do Conselho, de 18 de Fevereiro de 2003, sobre a melhoria da protecção da saúde e da segurança no trabalho dos trabalhadores independentes*, 2003):

- 1) Promovam, no quadro das suas políticas de prevenção dos acidentes e doenças profissionais, a segurança e a saúde dos trabalhadores independentes, tendo em conta os riscos próprios de cada setor específico e a natureza específica das relações entre as empresas contratantes e os trabalhadores independentes.
- 2) Na promoção da saúde e da segurança dos trabalhadores independentes, escolham uma ou mais das medidas a seguir indicadas que considerem mais adequadas: legislação, incentivos, campanhas de informação e de sensibilização dos atores pertinentes.
- 3) Adotem as medidas necessárias, incluindo campanhas de sensibilização, para garantir que os trabalhadores independentes possam obter, junto dos serviços e/ou organismos competentes, bem como das suas próprias organizações representativas, informação e aconselhamento úteis sobre a prevenção dos acidentes e doenças profissionais.
- 4) Adotem as medidas necessárias para que os trabalhadores independentes possam ter acesso a uma formação suficiente, por forma a obterem competências adequadas em matéria de segurança e saúde.
- 5) Facilitem um acesso fácil a essa informação e formação, que não envolva despesas excessivas para os trabalhadores independentes.
- 6) Em sintonia com as legislações e/ou as práticas nacionais, permitam aos trabalhadores independentes que o desejarem o acesso a um controle adequado da saúde e dos riscos a que estão expostos.
- 7) Considerem, no contexto das suas políticas de prevenção dos acidentes e doenças profissionais, as informações disponíveis sobre a experiência de outros Estados-Membros.
- 8) Examinem, no final de um período de quatro anos a contar da aprovação da presente recomendação, a eficácia das medidas nacionais existentes ou das medidas tomadas subsequentemente à aprovação da presente recomendação, e informem a Comissão dos resultados correspondentes.

A Tabela 2.10 mostra uma lista não exaustiva de possíveis ocupações em eventos de entretenimento que poderão se expor a níveis de ruído elevados.

Tabela 2.10 - Ocupações comuns passíveis de exposição a ruídos em níveis elevados em eventos de entretenimento

Adaptado de ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho" Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009)

Acrobatas e ginastas	Empregados de bar	Paramédicos
Atores	Empresas de produção	Pessoal de segurança
Administradores	Encarregados de orquestra	Professores de música e afins
Afinadores de pianos	Engenheiros e assistentes de som	Produtores
Animadores	Engenheiros/técnicos/pessoal de iluminação	Promotores
Arrumadores	Ensembles (música clássica)	Projeccionistas
Artistas menores de idade	Equipas técnicas	Professores de dança
Assistentes	Fornecedores de sistemas de amplificação sonora	Porteiros e outro pessoal de supervisão de entradas
Bailarinos	Feirantes	Professores de ginástica aeróbica
Bandas musicais escolares	Gestores/proprietários de locais de espetáculo	Serviços de relações públicas (frente de casa)
Bombeiros	Grupos musicais dos géneros pop, rock, jazz, folk e country-	Técnicos de gravação
Caça-talentos	Maestros	Técnicos de instrumentos
Cantores	Maquinistas	Técnicos de mesa de mistura
Cantores de ópera	Montadores	Técnicos de vídeo
Cenógrafos	Músicos de jazz	Técnicos responsáveis pela Backline
Compositores	Músicos	Técnicos em fogo de artifício
Conceptores de iluminação	Operadores de brinquedos	Vocalistas
Coreógrafos	Organizadores de espetáculos	
Coros	Fosso de Orquestras	
Diretores artísticos		
Diretores de cena		
Diretores de segurança		
Diretores musicais		
Diretores técnicos		
Disc-jóqueis (DJ)		

#### 2.11.2. RUÍDO OCUPACIONAL E ENQUADRAMENTO LEGAL EM PORTUGAL

Como Estado membro da União Europeia, três anos após a publicação da Directiva n.º 2003/10/CE ("Directiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído) (Décima sétima directiva especial na aceção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE)," 2003), Portugal transpõe para o direito interno esta directiva por meio do decreto-lei n.º 182/2006 ("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006) de 6 de setembro.

Em conformidade com esta directiva, estabeleceu um prazo de dois anos para elaboração de orientações práticas para ajudar a aplicar suas prescrições em atividades de música e entretenimento. A Figura 2.33 mostra os principais itens abordados pelo Decreto-lei n.º 182/2006 ("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu

e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006)



Figura 2.33 - Principais itens do decreto-lei n.º 182/2006

Fonte: adaptado de ("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006)

O presente decreto-lei é aplicável em todas as atividades dos setores privado, cooperativo e social, da administração pública central, regional e local, dos institutos públicos e das demais pessoas coletivas de direito público, bem como a trabalhadores por conta própria. (grifo do autor)

As definições do Decreto-lei 182/2006 de interesse desta tese são apresentadas a seguir.

**Exposição pessoal diária ao ruído**,  $L_{EX,8h}$ , o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, calculado para um período normal de trabalho diário de oito horas ( $T_0$ ), que abrange todos os

ruídos presentes no local de trabalho, incluindo o ruído impulsivo, expresso em dB(A), dado pela expressão:

$$L_{EX,8h} = L_{Aeq, Te} + 10 \log(Te/T_0) \quad \text{Equação 2.10}$$

em que:

$$L_{Aeq, Te} = 10 \log \left\{ \frac{1}{Te} \int_0^{Te} \left[ \frac{p_A(t)}{p_0} \right]^2 dt \right\} \quad \text{Equação 2.11}$$

em que:

- $Te$  é a duração diária da exposição pessoal de um trabalhador ao ruído durante o trabalho;
- $T_0$  é a duração de referência de oito horas (28.800 segundos);
- $p_A(t)$  é a pressão sonora instantânea ponderada A, expressa em pascal (Pa), a que está exposto um trabalhador;
- $p_0$  é a pressão de referência  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pascal = 20  $\mu$ Pa;

**Exposição pessoal diária efetiva**,  $L_{EX,8h}$ , a exposição pessoal diária ao ruído tendo em conta a atenuação proporcionada pelos protetores auditivos, expressa em dB(A), calculada pela expressão:

$$LEX, 8h, effect = 10 \lg \left[ \left( \frac{1}{8} \right) \sum_{k=1}^{k=n} T_k 10^{(0,1L_{Aeq,Tk, effect})} \right] \quad \text{Equação.2.12}$$

em que:

- $T_k$  é o tempo de exposição ao ruído  $k$ ;
- $L_{Aeq, Tk, efect}$  é o nível sonoro contínuo equivalente a que fica exposto o trabalhador equipado com protetores auditivos

**Média semanal dos valores diários da exposição pessoal ao ruído**,  $L_{EX,8h}$ , média dos valores de exposição diários, com uma duração de referência de quarenta horas, obtida pela expressão:

$$LEX, 8h = 10 \lg \left[ \left( \frac{1}{5} \right) \sum_{k=1}^m 10^{(0,1LEX,8h)k} \right] \quad \text{Equação 2.13}$$

em que  $(L_{EX,8h})_k$  representa os valores de  $L_{EX,8h}$  para cada um dos  $m$  dias de trabalho da semana considerada

**Nível de pressão sonora de pico**,  $L_{Cpico}$ , o valor máximo da pressão sonora instantânea, ponderado C, expresso em dB (C), dado pela expressão:

$$LCpico = 10 \log \left( \frac{p_{Cpico}}{p_0} \right)^2 \quad \text{Equação 2.14}$$

em que  $P_{Cpico}$  é o valor máximo da pressão sonora instantânea a que o trabalhador está exposto, ponderado C, expresso em pascal.

**Nível sonoro contínuo equivalente**,  $L_{Aeq, T}$ , ponderado A de um ruído num intervalo de tempo T, é o nível sonoro, expresso em dB (A), obtido pela expressão:

$$L_{Aeq, T} = 10 \lg \left\{ 1/T \int_1^2 \frac{[p_A(t)]^2}{(p_0)^2} dt \right\} \quad \text{Equação 2.15}$$

em que:

- T é o tempo de exposição de um trabalhador ao ruído no trabalho  $T = t_2 - t_1$ ;
- $p_A(t)$  é a pressão sonora instantânea ponderada A, expressa em pascal, a que está exposto um trabalhador;

**Ruído impulsivo**, o ruído constituído por um ou mais impulsos de energia sonora, tendo cada um uma duração inferior a um segundo, e separados por mais de 0,2 segundos;

**Valores de ação superior e inferior**, os níveis de exposição diária ou semanal ou os níveis da pressão sonora de pico que em caso de ultrapassagem implicam a tomada de medidas preventivas adequadas à redução do risco para a segurança e saúde dos trabalhadores;

**Valores limite de exposição**, o nível de exposição diária ou semanal ou o nível da pressão sonora de pico que não deve ser ultrapassado.

Para os efeitos da aplicação do decreto-lei, os valores limite de exposição e os valores de ação superior e inferior, no que se refere à exposição pessoal diária ou semanal de um trabalhador e ao nível de pressão sonora de pico, são fixados na Tabela 2.11. Para a aplicação dos valores limite de exposição, na determinação da exposição efetiva do trabalhador ao ruído é tida em conta a atenuação do ruído proporcionada pelos protetores auditivos. Para a aplicação dos valores de ação, na determinação da exposição do trabalhador ao ruído não são tidos em conta os efeitos decorrentes da utilização de protetores auditivo.

Tabela 2.11 - Valores de exposição pessoal ou diária segundo o Decreto – Lei nº 182/2006  
("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006)

	$L_{EX,8h}$	$L_{Cpico}$
Valor limite de exposição	87 dB (A)	140 dB (C) equivalente a 200 Pa;
Valor de ação superior	85 dB (A)	137 dB (C) equivalente a 140 Pa
Valor de ação inferior	80 dB(A)	135 dB (C) equivalente a 112 Pa.

Em relação aos princípios gerais de avaliação de riscos assim como a avaliação destes, a Tabela 2.12 mostra as determinações do Decreto-lei n.º 182/2006 ("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do



Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006).

Tabela 2.12- Princípios gerais da avaliação de riscos e Avaliação de riscos conforme Decreto-Lei nº 182/2006 de 6 de setembro

("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006)

Princípios gerais da avaliação de riscos	Avaliação de riscos
1 - Nas atividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição ao ruído, o empregador deve avaliar e, se necessário, medir os níveis de ruído a que os trabalhadores se encontram expostos.	1 - Nas atividades susceptíveis de apresentar riscos de exposição ao ruído, o empregador procede à avaliação de riscos, tendo, nomeadamente, em conta os seguintes aspectos:
2 - Os métodos e equipamentos de medição utilizados devem ser adaptados às condições existentes, nomeadamente às características do ruído a medir, à duração da exposição, aos fatores ambientais e às características dos equipamentos de medição.	a) O nível, a natureza e a duração da exposição, incluindo a exposição ao ruído impulsivo;
3 - A avaliação do resultado das medições referidas no número anterior deve ter em conta a incerteza da medição, determinada pela prática metrológica, de acordo com a normalização em vigor ou eventuais especificações europeias harmonizadas.	b) os Valores Limites de exposição e os valores de Ação indicados no artigo 3.º;
4 - Os métodos e os equipamentos a utilizar devem permitir determinar os parâmetros e decidir, em cada caso, se foram ultrapassados os valores fixados no artigo anterior.	c) Os efeitos eventuais sobre a segurança e a saúde dos trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos a que estão expostos;
5 - Entre os métodos referidos no número anterior pode ser incluída a amostragem, desde que seja representativa da exposição do trabalhador.	d) os efeitos indiretos sobre a segurança dos trabalhadores resultantes de interações entre o ruído e as substâncias ototóxicas presentes no local de trabalho e entre o ruído e as vibrações;
6 - Os sistemas de medição utilizados na medição dos níveis de ruído devem ser apropriados e cumprir a legislação em vigor relativa ao controlo metrológico.	e) os efeitos indiretos entre a segurança e a saúde dos trabalhadores resultantes de interações entre o ruído e os sinais sonoros necessários à redução do risco de acidentes, nomeadamente os sinais de alarme;
7 - A avaliação feita com base na medição do ruído é efetuada de acordo com o estabelecido nos anexos I e II, os quais fazem parte integrante do presente decreto-lei, e deve permitir a determinação da exposição pessoal diária de um trabalhador ao ruído, assim como a determinação do nível da pressão sonora de pico a que cada trabalhador está exposto.	f) as informações prestadas pelo fabricante do equipamento de trabalho, de acordo com a legislação específica sobre a concepção, o fabrico e a comercialização do mesmo;
8 - A medição do nível do ruído é sempre realizada:	g) A existência de equipamentos de substituição concebidos para reduzir os níveis de emissões sonoras;
a) Por uma entidade acreditada, de acordo com o definido na alínea a) do artigo 2.º;	h) O prolongamento da exposição durante a realização de períodos de trabalho superiores ao limite máximo do período normal de trabalho;
	i) A informação adequada resultante da vigilância da saúde, bem como informação publicada sobre os efeitos do ruído na saúde;
	j) Disponibilidade de protetores auditivos com

Princípios gerais da avaliação de riscos	Avaliação de riscos
b) Por um técnico superior de higiene e segurança do trabalho ou por um técnico de higiene e segurança do trabalho que possua certificado de aptidão profissional válido e formação específica em matéria de métodos e instrumentos de medição do ruído no trabalho.	as características de atenuação adequada.
9 - A medição dos níveis do ruído é objeto de registo, em documento conforme os modelos indicados no anexo III, o qual faz parte integrante do presente decreto-lei.	2 - A avaliação de riscos é atualizada sempre que haja alterações significativas, nomeadamente a criação ou a modificação de postos de trabalho, ou se o resultado da vigilância da saúde demonstrar a necessidade de nova avaliação. 3 - Sem prejuízo do referido no número anterior, sempre que seja atingido ou excedido o valor de Ação superior, a periodicidade mínima da avaliação de riscos é de um ano. 4 - A avaliação de riscos deve ser registada em suporte de papel ou digital.

Em relação à redução da exposição ao ruído ocupacional, o decreto-lei preconiza que:

- 1) O empregador utiliza todos os meios disponíveis para eliminar na fonte ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição dos trabalhadores ao ruído, de acordo com os princípios gerais de prevenção legalmente estabelecidos.
- 2) O empregador assegura que os riscos para a segurança e a saúde dos trabalhadores resultantes da exposição ao ruído sejam eliminados ou reduzidos ao mínimo, mediante:
  - a) Métodos de trabalho alternativos que permitam reduzir a exposição ao ruído;
  - b) Escolha de equipamentos de trabalho adequados, ergonomicamente bem concebidos e que produzam o mínimo ruído possível, incluindo a possibilidade de disponibilizar aos trabalhadores equipamento de trabalho cuja concepção e cujo fabrico respeitem o objetivo ou o efeito da limitação da exposição ao ruído;
  - c) Concepção, disposição e organização dos locais e dos postos de trabalho;
  - d) Informação e formação adequadas dos trabalhadores para a utilização correta e segura do equipamento com o objetivo de reduzir ao mínimo a sua exposição ao ruído;
  - e) Medidas técnicas de redução do ruído, nomeadamente barreiras acústicas, encapsulamento e revestimento com material de absorção sonora para redução do ruído aéreo, e medidas de amortecimento e isolamento para redução do ruído transmitido à estrutura;
  - f) Programas adequados de manutenção do equipamento de trabalho, do local de trabalho e dos sistemas aí existentes;
  - g) Organização do trabalho com limitação da duração e da intensidade da exposição;
  - h) Horários de trabalho adequados, incluindo períodos de descanso apropriados.
- 3) Nos locais de trabalho onde os trabalhadores possam estar expostos a níveis de ruído acima dos valores de Ação superior, o empregador estabelece e aplica um programa de medidas técnicas e organizacionais que tenha em conta o disposto no número anterior.
- 4) Os locais de trabalho referidos no número anterior devem estar sinalizados de acordo com a legislação aplicável à sinalização de segurança e saúde e ser delimitados e o acesso aos mesmos ser restrito, sempre que seja tecnicamente possível e o risco de exposição o justifique.
- 5) Os locais de descanso devem ter um nível de ruído compatível com o seu objetivo e as condições de utilização.
- 6) O empregador adapta as medidas referidas nos números anteriores a trabalhadores particularmente sensíveis aos riscos resultantes da exposição ao ruído.

- 7) Para eliminar ou reduzir os riscos resultantes da exposição ao ruído, além dos modos referidos no n.º 2, o empregador pode também aplicar medidas referidas na lista indicativa do anexo IV, o qual faz parte integrante do presente decreto-lei.

A Tabela 2.13 apresenta as medidas de controle de exposição ao ruído ocupacional conforme o Decreto-Lei 182/2006 em função dos Valores de Ação inferiores e superiores.

Tabela 2.13 - Medidas de controle de exposição ao ruído ocupacional conforme o Decreto-Lei n.º 182/2006 em função dos Valores de Ação inferior e superior

("Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído)," 2006)

Fonte: Adaptado de (Fernandes, 2013)

<b>MEDIDAS DE CONTROLE D.L 182/2006</b>	<b>Exposição Pessoal Diária ao Ruído Igual ou Superior aos Valores de Ação Inferior (<math>L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}</math> e <math>L_{Cpico} = 135 \text{ dB(C)}</math>)</b>	<b>Exposição Pessoal Diária ao Ruído Igual ou Superior aos Valores de Ação Superior (<math>L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}</math> e <math>L_{Cpico} = 137 \text{ dB(C)}</math>)</b>
Permitir acesso dos trabalhadores aos resultados das avaliações individuais e às medidas a tomar para eliminar ou reduzir ao mínimo os riscos resultantes da exposição ao ruído	Obrigatório	Obrigatório
Informar os trabalhadores sobre os riscos potenciais para a segurança e saúde derivado da exposição ao ruído durante o trabalho	Obrigatório	Obrigatório
Consultar os trabalhadores sobre a seleção dos protetores de ouvido	Obrigatório	Obrigatório
Disponibilizar protetores de ouvido	Obrigatório	Obrigatório
Utilizar protetores de ouvido	Facultativo	Obrigatório
Verificar a função auditiva	—	Anualmente
Realizar exames audiométricos	Bienal	Anualmente
Colocar em prática um programa de medidas técnicas e organizacionais para redução da exposição ao ruído	—	Obrigatório
Sinalizar os locais, delimitá-los e estabelecer limitações de acesso aos mesmos	—	Obrigatório

MEDIDAS DE CONTROLE D.L 182/2006	Exposição Pessoal Diária ao Ruído Igual ou Superior aos Valores de Ação Inferior ( $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ e $L_{Cpico} = 135 \text{ dB(C)}$ )	Exposição Pessoal Diária ao Ruído Igual ou Superior aos Valores de Ação Superior ( $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ e $L_{Cpico} = 137 \text{ dB(C)}$ )
Avaliar os riscos da exposição ao ruído durante o trabalho	Sempre que hajam alterações significativas nos postos de trabalho ou se o resultado da vigilância da saúde demonstrar a necessidade de nova avaliação	Sempre que hajam alterações significativas nos postos de trabalho ou se o resultado da vigilância da saúde demonstrar a necessidade de nova avaliação ou caso, não se verifique nenhuma das anteriores, com periodicidade mínima de 1 ano

### 2.11.3. ASPECTOS NORMATIVOS DO RUÍDO AMBIENTAL EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

Normativas referentes ao uso da música durante o período noturno e a perturbação do sossego em Portugal, podem ser encontradas no Código Filipino que vigorou durante o domínio da Espanha sobre Portugal (1580-1640), em vigência em Portugal em função de sua confirmação por D. João IV (Organization, 2011).

O Código Filipino identificava a produção artificial do som, do ruído ambiental excessivo, como sendo capaz de criar um ambiente desfavorável à vida em sociedade, limitando o direito individual ao sossego. A conduta criminosa era prevista no Livro 5 Título LXXXI, conforme se pode ver no item transcrito abaixo:

“Dos que dão música de noite:

Por se evitarem os inconvenientes, que se seguem das musicas, algumas pessoas costumão dar de noite, cantando ou tangendo com alguns instrumentos às portas de outras pessoas; defendemos, que pessoa alguma, de qualquer qualidade e condição que seja, não se ponha só, nem com outros a tanger, nem cantar á porta de outra alguma pessoa, desque anoitecer, até que o sol seja saído” (*Livro 5 Título LXXXI* ).

O não cumprimento desta obrigação era punida com a prisão imediata dos autores por trinta dias, pagamento de multa, sem direito a remissão e a perda do instrumento, demonstrando o não apreço da conduta em Portugal (*Livro 5 Título LXXXI* ).

Atualmente, este rigor da lei não existe mais. Como membro da União Europeia, em função da Diretiva nº 2002/49/CE ("Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente - Declaração da Comissão no Comité de Conciliação da directiva relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente," 2002), do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, tornou premente proceder o ajustamento aos regimes legais existentes relativas à poluição sonora e em janeiro de 2007 publicou o Decreto-Lei nº 9/2007 instituindo o Regulamento Geral do Ruído(RGR) ("Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro," 2007).

Neste sentido, considerando o escopo deste trabalho, os artigos de interesse são parcialmente transcritos a seguir e precedidos de duas definições trazidas pelo RGR e importantes para o entendimento dos artigos selecionados ("Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro," 2007).

### Artigo 3.º - Definições

**Atividade ruidosa temporária**, a atividade que, não constituindo um caso isolado, tenha carácter não permanente e que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído tais como obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados;

**Indicador de ruído**, o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

**Receptor sensível**, o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

### Artigo 14.º - Atividades ruidosas temporárias

É proibido o exercício de atividades ruidosas temporárias na proximidade de:

- a) Edifícios de habitação, aos sábados, domingos e feriados e nos dias úteis entre as 20 e as 8 horas;
- b) Escolas, durante o respectivo horário de funcionamento;
- c) Hospitais ou estabelecimentos similares.

### Artigo 15.º - Licença especial de ruído

1. O exercício de atividades ruidosas temporárias pode ser autorizado, em casos excepcionais e devidamente justificados, mediante emissão de licença especial de ruído pelo respectivo município, que fixa as condições de exercício da atividade relativas aos aspectos referidos no número seguinte.  
...
5. A licença especial de ruído, quando emitida por um período superior a um mês, fica condicionada ao respeito nos receptores sensíveis do valor limite do indicador  $L_{Aeq}$  do ruído ambiente exterior de 60 dB(A) no período do entardecer e de 55 dB(A) no período noturno.
6. Para efeitos da verificação dos valores referidos no número anterior, o indicador  $L_{Aeq}$  reporta-se a um dia para o período de referência em causa.
7. Não carece de licença especial de ruído:
  - a) O exercício de uma atividade ruidosa temporária promovida pelo município, ficando sujeita aos valores limites fixados no n.º 5;

Do ponto de vista de interesse desta tese, os aspectos normativos relativos ao ruído ambiental avaliados, são aqueles que definem indicadores para exposição da população que vai para as festas e romarias com a intenção específica de lazer. Assim, considerando os aspectos de exposição ao ruído de interesse desta tese os resultados desta revisão encontrados podem ser vistos na Figura 2.34.



Figura 2.34 - Aspectos normativos de ruído ambiental de interesse desta tese

Fonte: Elaborada com fotos do autor

Conforme depreendido da Figura 2.34, não foi identificada nenhum padrão normativo de indicador de ruído para eventos musicais nem para parque de diversões adotados pela União Europeia e nem por Portugal.

Considerando a real possibilidade de exposição e danos produzidos pelo ruído neste tipo de atividade, desde 1999 a Organização Mundial de Saúde (OMS) publicou o *Guidelines for Community Noise* propondo limites de exposição para cerimónias, festivais e eventos de entretenimento. Nesta publicação, a OMS sugere que os frequentadores não devem ser expostos a níveis sonoros superiores a 100 dB  $L_{Aeq}$ , durante um período de quatro horas, mais de quatro vezes por ano. Para evitar danos agudos à audição o  $L_{Amax}$  deve estar sempre abaixo de 110 dB(A) (Berglund, Lindvall, Schwela, & Goh, 2000).

Valores de indicadores de ruído para concertos musicais em diversos países da Europa pode ser verificado na Tabela 2.14 a seguir.



Tabela 2.14 - Exemplos de recomendações de exposição ao ruído de concertos na Europa e OMS  
(Tronstad & Gelderblom, 2016)

País/Instituição	Limite
Alemanha	$L_{Aeq, 60 \text{ min}} = 99 \text{ dB}$ , $L_{C, \text{ peak}} = 135 \text{ dB}$
Áustria	$L_{Aeq, 1 \text{ min}} = 100 \text{ dB}$
Bélgica	$L_{Aeq, 60 \text{ min}} = 100 \text{ dB}$ ou $L_{Aeq, 15 \text{ min}} = 102 \text{ dB}$
Holanda	$L_{Aeq, 15 \text{ min}} = 103 \text{ dB}$
Noruega	$L_{Aeq, 30 \text{ min}} = 99 \text{ dB}$ , $L_{C, \text{ peak}} = 130 \text{ dB}$
Reino Unido	$L_{Aeq, \text{ Evento}} = 107 \text{ dB}$ , $L_{C, \text{ peak}} = 140 \text{ dB}$
Suécia	$L_{Aeq, T} = 100 (97) \text{ dB}$ , $L_{A, Fmax} = 115 \text{ dB}$ Número entre parênteses aplicado para eventos aberto a crianças com idade abaixo de 13 anos. Para arranjos apenas para crianças o limite é $L_{Aeq}$ de $= 90 \text{ dB}$
Suíça	$L_{Aeq, 60 \text{ min}} = 100 \text{ dB}$ ou $L_{A, Fmax} = 125 \text{ dB}$
OMS	$L_{Aeq} = 100 \text{ dB}$ ou $L_{A, Fmax} = 110 \text{ dB}$

No caso do Reino unido o valor limite de pico engloba a presença de fogo de artifício. Além disso, quando o  $L_{Aeq}$  que será produzido for maior que  $96 \text{ dB(A)}$ , o público deve ser informado antecipadamente, por meio de bilhetes, publicidade ou aviso nos pontos de entrada para o show (*Event safety*, 2013). Por sua vez na Bélgica, o evento deve ser monitorado continuamente e os operadores de som devem visualizar o mesmo a fim de manter o ruído abaixo dos limites normativos como pode ser visto na Figura 2.35.



Figura 2.35 - Operador de som com sistema de monitoramento contínuo de ruído

Fonte: <https://www.vlaanderen.be/nl/publicaties/detail/geluidsnormen-voor-muziekactiviteiten>

Em relação a indicadores de ruído para atividades de lazer que utilizam fogo de artifício, desde 1999 que a OMS sugeriu padrões de proteção para a população exposta. Os valores sugeridos para evitar efeitos críticos à saúde, no caso a deficiência auditiva, foram definidos para adultos e crianças em valores de ruído de pico de 140dB(C) e 120 dB(C) respectivamente, avaliados a 100mm do ouvido (Berglund et al., 2000). Por sua vez, no ano de 2004, o Reino Unido adotou uma norma para controle da poluição sonora durante o seu uso. A norma determina que estes não podem ser utilizados entre 23 e 7 h do dia seguinte. A exceção é para as festas de Ano Novo Chinês, *Diwali* (Festa religiosa Hindu), Ano Novo e *Bonfire Night* (celebrada em datas diferentes conforme o país do Reino Unido) podem realizar shows pirotécnicos até a 1 hora da manhã. Já a festa do dia 05 de novembro (Noite de Guy Fawkes), este tipo de evento está autorizado até meia noite. O não cumprimento destes horários pode levar a multas de até 5.000 libras ou 6 meses de prisão. Os fogos de artifícios são classificados em uma categoria de 1 a 5. Para os de categoria 3, não é permitido produzir um nível sonoro acima de 120 dB(A) a 15 metros de distância da fonte. Esta avaliação deve ser realizada com um equipamento classe 1 (*The Fireworks Regulations*, 2004). Em se tratando de fogos de artifício silenciosos, alguns fabricantes no Reino Unido utilizam uma escala de produção de ruído de 1 a 5, considerando até 3 um fogo de artifício silencioso. Outros fabricantes utilizam uma escala de 1/10 até 10/10, sendo considerado fogo de artifício silencioso quando o mesmo é classificado em até 5/10 ("Epic Firework," 2018).

Visando a proteção de idosos e doentes estudos realizados na Índia buscaram reduzir o ruído produzido pelos fogos de artifício aos padrões legais de nível sonoro estabelecidos desde 2005, que é de 125 dB(A) a 4 metros de distância (Babu & Azhagurajan, 2010). Esforços têm sido realizados visando rever a composição química dos explosivos e obter um resultado que atenda a legislação e não diminua a beleza proporcionada pelos espetáculos promovidos pelos fogos de artifício (Tandon et al., 2012). Um Conselho para Controle da Poluição busca garantir o Direito Constitucional de viver em um ambiente livre de poluição sonora, e há uma proibição prevista para o uso de fogos de artifício entre o período de 22:00 às 6:00 (*The Fireworks Regulations*, 2004). Em maio de 2007, a União Europeia publicou a Diretiva 2007/23/UE do Parlamento Europeu e do Conselho na qual ficou estabelecido uma classificação de artefatos pirotécnicos em 03 categorias, e uma distância mínima de segurança de 1 m, 8 m ou 15 m, para as categorias 1,2 e 3 respectivamente bem como um nível sonoro máximo de 120 dB (A, imp.), ou um nível sonoro equivalente aferido por outro método adequado, à esta distância ("Directiva 2007/23/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Maio de 2007 relativa à colocação no mercado de artigos de pirotecnia," 2007). No mês de julho do mesmo ano, a Polícia de Segurança Pública (PSP) de Portugal publicou uma instrução para utilização de artigos pirotécnicos adotando os mesmos critérios desta diretiva (*Instructions for Using Articles*, 2017). No ano de 2013 a União Europeia publicou a Diretiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, revisando a Diretiva 2007/23 na qual estabeleceu classificações para fogos de artifício, tipos F1, F2 e F3, mantendo a mesma distância de segurança de 1 m, 8 m ou 15 m para seu uso e mesmo nível sonoro máximo de 120 dB (A, imp.), ou um nível sonoro equivalente aferido por outro método adequado, à distância de segurança ("Directiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à disponibilização no mercado de artigos de pirotecnia (reformulação)," 2013). Em 2015 Portugal publicou o Decreto lei 135 transcrevendo esta Diretiva para para o ordenamento jurídico português ("(s.d.). *Decreto lei nº 135/2015, de 28 de junho. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva 2013/29/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de* . (28 de Julho de 2015). *Decreto lei nº 135/2015, de 28 de julho. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva nº Directiva n.º 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de junho de 2013.* Rocha, C. A. (s.d.). Custo do ruído no planejamento das infraestruturas de transporte rodoviário.)



A tabela 2.15 a seguir mostra os Limites de Exposição ao ruído de fogo de artifício adotados na Índia, Portugal, Reino Unido, União Europeia e Organização Mundial da Saúde.

Tabela 2.15 - Limites de exposição ao ruído de fogo de artifício

(Babu & Azhagurajan, 2010; Berglund et al., 2000; "Directiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à disponibilização no mercado de artigos de pirotecnia (reformulação)," 2013; *The Fireworks Regulations*, 2004; *Instructions for Using Articles*, 2017)

País/Instituição	Limite
Índia	125 dB(A)
Portugal	120 dB (A, imp.)
Reino Unido	120 dB (A, imp.)
União Europeia	120 dB (A, imp.)
OMS	120 dB(C) para crianças 140dB(C) para adultos

## 2.12. RUÍDO E SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES

### 2.12.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E PILARES DA SUSTENTABILIDADE

Por definição Desenvolvimento Sustentável é o desenvolvimento que procura satisfazer as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades, significa possibilitar que as pessoas, agora e no futuro, atinjam um nível satisfatório de desenvolvimento social e econômico e de realização humana e cultural, fazendo, ao mesmo tempo, um uso razoável dos recursos da terra e preservando as espécies e os habitats naturais. Foi utilizado pela primeira vez em 1987, no Relatório Brundtland, denominado Nosso Futuro Comum. Este Relatório foi elaborado pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criado em 1983 pela Assembleia das Nações Unidas (*Report of the world commission on environment and development: Our common future*, 1987).

No centro do desenvolvimento sustentável está a necessidade de considerar "Três pilares" em conjunto: sociedade, economia e meio ambiente. Não importa o contexto, a ideia básica continua a ser a mesma - pessoas, habitats e sistemas econômicos estão inter-relacionados. Podemos ser capazes de ignorar essa interdependência por alguns anos ou décadas, mas a história mostrou que, em pouco tempo, somos lembrados por algum tipo de alarme ou crise (Strange & Bayley, 2008).

Todavia, outros autores têm chamado a atenção para outros pilares que devem ser incorporados na noção da sustentabilidade, tais como o cultural, o científico e tecnológico, o político e o territorial. Além destes pilares, reforçam que a ética deve transpassar todos os pilares. Ou seja, a ética, neste entendimento é transdisciplinar (Nascimento, 2012). A sustentabilidade sem ética, é uma casca vazia (Horn, 2013).

A Figura 2.36 mostra os pilares da sustentabilidade que servirão como base de apoio para alcançar o objetivo específico de criar um critério de classificação de sustentabilidade para festas e romarias populares considerando a presença marcante do ruído nestes eventos.

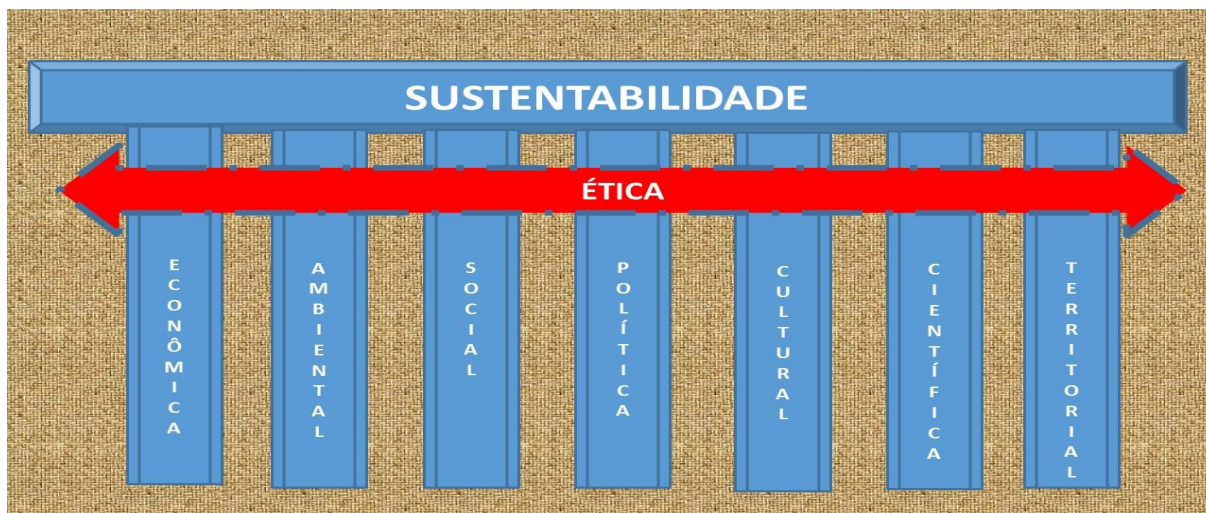


Figura 2.36 - Pilares da sustentabilidade

Fonte: Elaborada com base em (Brocchi, 2008; Clark & Dickson, 2003; Horn, 2013; Nascimento, 2012)

Neste sentido, é fundamental compreender cada um destes pilares e suas relações com a presença do ruído em eventos. Vale salientar que, embora o ruído seja um dos mais graves problemas ambientais da atualidade, sendo responsável por inúmeros danos à população, nesta revisão, não se encontrou nenhuma recomendação quanto ao ruído em eventos com níveis elevados. A seguir detalhamos os pilares que o autor adotou como base para alcançar um dos objetivos desta tese: (Brocchi, 2008; Clark & Dickson, 2003; Horn, 2013; Nascimento, 2012).

- **Sustentabilidade econômica:** Esta dimensão tem por base o aumento da eficiência da produção e consumo (ecoefficiência) com economia crescente de recursos naturais, com destaque para recursos permissivos como as fontes fósseis de energia e os recursos delicados e mal distribuídos, como a água e os minerais. Supõe uma contínua inovação tecnológica no sentido de buscar sair do ciclo fóssil de energia (carvão, petróleo e gás) e a ampliar a desmaterialização da economia, com segurança alimentar assegurada. A medida da eficiência econômica passa ser o equilíbrio macrosocial e não a lucratividade empresarial
- **Sustentabilidade ambiental ou ecológica:** Este pilar está relacionado com a promoção de mudanças de padrões de consumo, seja limitando o uso de recursos não renováveis, seja promovendo o uso dos recursos renováveis de forma que se respeite seu potencial de produção pela natureza e também a capacidade de autodepuração (resiliência) dos ecossistemas naturais, utilizando, por exemplo, produtos que agreguem baixo consumo energético e que têm menor efeito poluidor.
- **Sustentabilidade social:** uma sociedade onde se busca a Justiça Social deve ter por base uma melhor equidade na distribuição da riqueza, um patamar razoável de homogeneidade social, sendo que para isso é necessário existir a igualdade no acesso aos recursos e serviços disponíveis. Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais.
- **Sustentabilidade política:** Contradições e conflitos de interesse fazem parte de nossa sociedade de tal modo que a dimensão política da sustentabilidade é fundamental, uma vez que sem democracia as mudanças necessárias podem não ocorrer ou ocorrerem de modo inadequado. A

democracia pressupõe que todos os direitos humanos são respeitados. A sustentabilidade política tem por base a coesão social, a aplicação do princípio da precaução na gestão do meio ambiente e dos recursos naturais, prevenção das mudanças globais negativas e cooperação científica e tecnológica entre nações, favorecendo principalmente países não desenvolvidos, diversidade cultural, gestão do património global como herança da humanidade e preservação da biodiversidade. O estabelecimento de políticas públicas e criações de legislação apropriadas não são possíveis de estabelecer num ambiente não democrático. A sustentabilidade política promove a participação da sociedade, o que poderá facilitar adoções de medidas de gestão ambiental adequadas à realidade de cada local.

- **Sustentabilidade cultural:** Tendo em vista que, em muitos aspectos, cultura e sociedade possuem elementos indissociáveis, a dimensão da sustentabilidade cultural se confunde com a social. Valorizar culturas tradicionais, divulgar a história da cidade, garantir oportunidades de acesso a informação e ao conhecimento a todos e investir na construção, reforma ou restauração de equipamentos culturais são caminhos a serem percorridos em busca deste pilar de sustentabilidade. Torna-se necessário rever os hábitos e valorizar as tradições locais, em contraposição à simples cópia de modelos exteriores.
- **Sustentabilidade territorial ou espacial:** esta dimensão está relacionada à busca do equilíbrio entre os espaços geográficos urbanos e rurais, proporcionando uma melhor distribuição territorial das atividades econômicas e assentamentos urbanos, objetivando evitar os impactos negativos da urbanização descontrolada. Entre os impactos negativos produzidos pela negligência de não se observar este pilar se pode citar desequilíbrio de migrações, concentração de indústrias e residências e aumento da intensidade de tráfego de veículos.
- **Sustentabilidade científica e tecnológica:** O avanço do conhecimento científico e tecnológico tem produzido significativas mudanças nos sistemas sócio-histórico-econômico-culturais. As tensões decorrentes dessas transformações provocaram o surgimento de um movimento em favor da superação de problemas que configuram a crise de sustentabilidade, colocando a problemática ambiental em posição de destaque. Se a Ciência e a Tecnologia podem ser corresponsáveis pela produção de impactos ambientais adversos, também pode se constituir numa aliada na sustentabilidade do planeta, produzindo conhecimentos que possam gerar uma transformação positiva, com benefícios para todo o planeta. Os esforços da comunidade científica e tecnológica para contribuir com o desenvolvimento sustentável são exemplificados nas ações das principais Academias de Ciências em redes colaborativas de cientistas, em programas emergentes de educação interdisciplinar e em muitos esforços para fornecer apoio científico às comunidades

#### 2.12.2. SUSTENTABILIDADE DE EVENTOS

Eventos constituem uma excelente oportunidade de interação entre pessoas de uma mesma comunidade, desta, com populações de outras regiões de um mesmo país ou outros locais do planeta. Além de fatores tais como organização, segurança, acessibilidade entre outros, a sua sustentabilidade deve fazer parte da estratégia do negócio, uma vez que uma série de consequências negativas podem comprometer sua repetibilidade ao longo dos anos. Um evento pode ser definido “como um acontecimento, com um início e um final, estando subsequente a sua realização num determinado período de tempo e num determinado espaço.” (Dias, 2013).

Neste contexto se enquadram as festas e romarias aqui investigadas, uma vez que possuem um início e fim, são realizadas num período de tempo de alguns dias até pouco mais de um mês, num determinado espaço, cuja dimensão varia conforme a importância do evento, podendo envolver os principais locais de uma cidade ou um local em meio rural.

Os impactos socioambientais adversos produzidos em eventos são inúmeros. Produção de resíduos, aumento de consumo água e energia, produção de doenças e claro o ruído são alguns dos exemplos que podem comprometer a sustentabilidade do evento, produzindo para alguns os benefícios do lazer, aumento das receitas e desenvolvimento do turismo local, todavia para uma parte da população e mesmo para participantes riscos que necessitam do controle adequado.

Em face desta realidade se verificou um interesse cada vez maior da indústria de eventos do Reino Unido, em busca das soluções que garantisse o equilíbrio socioambiental de suas atividades, e no final da década de 2000, foi criada a norma britânica da British Standard Institution (BSI), BS 8901:2009 Specification for a Sustainability Management System for Events ("BS 8901:2009 Specification for a Sustainability Management System for Events," 2009). Este interesse foi amplificado, e no mesmo ano dos Jogos Olímpicos de Londres, mais especificamente em 15 de Junho do ano 2012 foi publicada a Norma ISO 20121:2012 Sistemas de Gestão para a Sustentabilidade de Eventos ("ISO/TC 250. (2012). ISO 20121:2012 Event Sustainability Management Systems-Requirements With Guidance for use," 2012). Os Jogos Olímpicos de Londres 2012 foi o primeiro evento no qual a norma foi implementada, obtendo a certificação posteriormente (Dias, 2013). Esta norma é um instrumento voluntário e assenta sobre os pilares "tradicionais" da sustentabilidade, no caso, o ambiental, o económico e o social.

Na introdução desta norma podemos compreender seus objetivos conforme se pode verificar a seguir ("BS 8901:2009 Specification for a Sustainability Management System for Events," 2009; "ISO/TC 250. (2012). ISO 20121:2012 Event Sustainability Management Systems-Requirements With Guidance for use," 2012).

*“Os eventos são por vezes, pela sua natureza, de alto perfil e transitórios, com impactos sociais, económicos e ambientais positivos e negativos. Este Padrão Internacional foi elaborado para ajudar organizações e indivíduos a melhorar a sustentabilidade de suas atividades relacionadas a eventos.*

*Esta Norma Internacional especifica os requisitos de um sistema de gestão de sustentabilidade de eventos para melhorar a sustentabilidade dos eventos. É aplicável a todos os tipos e tamanhos de organizações envolvidas na concepção e realização de eventos e acomoda diversas condições geográficas, culturais e sociais. Ao mesmo tempo, exige que as organizações reconheçam sua relação com a sociedade e as expectativas da sociedade em relação aos eventos.*

*Um padrão de sistema de gestão desafia uma organização a melhorar o seu processo e pensamento para conduzir à melhoria contínua do desempenho e permite à organização a flexibilidade para ser mais criativo sobre a prestação de atividades relacionadas com eventos sem desvirtuar o objetivo do evento. Um padrão de sistema de gerenciamento não é uma lista de verificação ou uma estrutura de relatório ou um método de avaliação de desempenho de sustentabilidade de eventos.*

*Esta Norma Internacional pretende ser aplicada com flexibilidade e permitirá que as organizações que não abordaram formalmente o desenvolvimento sustentável comecem a implementar um sistema de gerenciamento de sustentabilidade de eventos. As organizações com sistemas de gestão existentes poderão integrar os requisitos desta Norma Internacional nos seus sistemas existentes. Todas as organizações se beneficiarão do processo de melhoria contínua ao longo do tempo.*

*A complexidade do sistema e a extensão da documentação e os recursos que lhe são dedicados serão proporcionais ao seu alcance definido, ao tamanho da organização e à natureza das atividades, produtos e serviços da organização. Este é particularmente o caso das pequenas e médias empresas.*

*O sucesso do sistema depende do compromisso de todos os níveis e funções, especialmente da alta administração. Além disso, para que tal sistema de gestão seja bem-sucedido, ele precisa ser flexível e integrado no processo de gerenciamento de eventos e não apenas considerado como um componente a*

*ser adicionado. Para obter a máxima eficácia, sua influência precisa se estender por toda a cadeia de suprimentos, bem como as partes interessadas identificadas. Esta Norma Internacional pode ser usada para provar conformidade, conforme detalhado no Escopo”*

Diversos são os benefícios esperados com a implantação de um sistema de gestão de sustentabilidade de eventos com base na Norma ISO 20121:2012. Estes benefícios podem ser verificados a seguir (Dias, 2013):

- Abordagem sistemática, por parte da organização, aos princípios da sustentabilidade;
- Monitorização consistente do desempenho da organização no âmbito da sustentabilidade;
- Redução dos custos operacionais, de gestão de resíduos e de emissões;
- Maior eficiência no uso dos recursos em toda a cadeia de fornecimento;
- Aumento da capacidade de identificação, correção e prevenção de situações com potencial de risco;
- Redução do risco de danos na reputação da organização, através de uma melhor gestão da cadeia de fornecimento.

A implantação deste sistema segue o modelo já consagrado e bem conhecido do PDCA (Plan-planejar;Do-fazer,implantar; C- Check -Checar;A-Action, ação), ou Ciclo de Deming conforme se pode verificar na Figura 2.37 o que facilita a integração com outros sistemas tais como o de qualidade, meio ambiente, segurança e saúde e social.

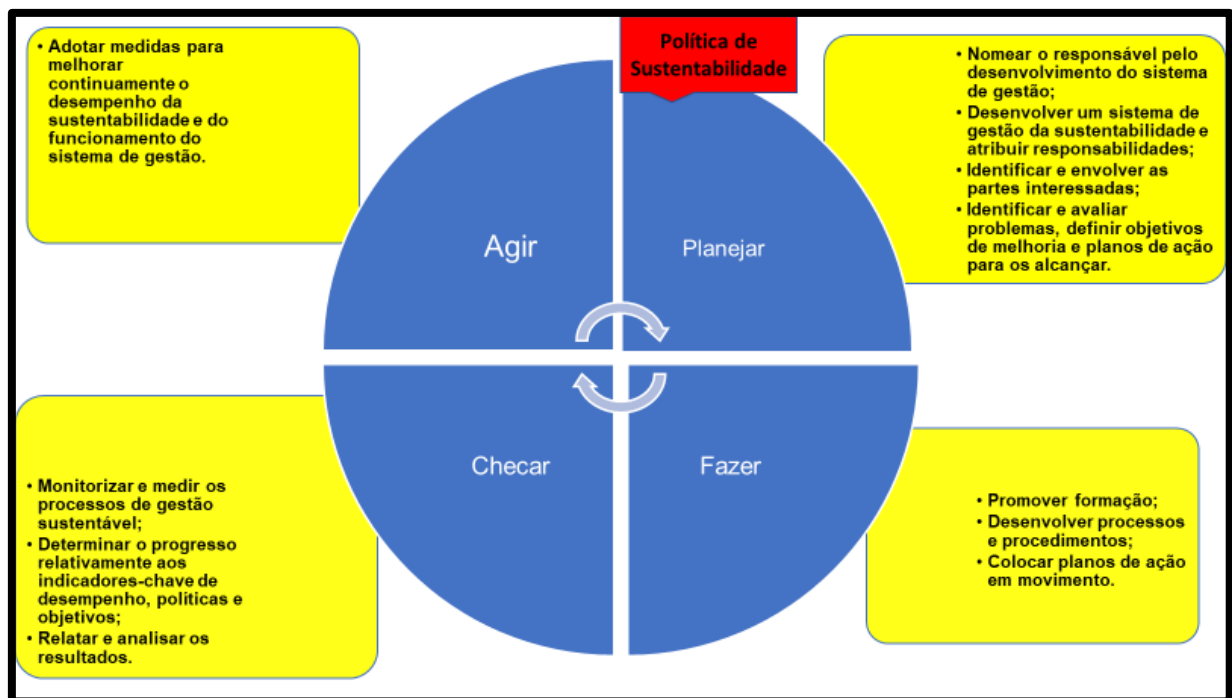


Figura 2.37 - Sistema de Gestão para Sustentabilidade de Eventos com base no PDCA (Dias, 2013).

Considerando o escopo desta pesquisa, os itens de interesse da ISO 20121:2012, aplicados ao tema de pesquisa podem ser verificados na Tabela 2.16.

Tabela 2.16 - Itens de interesse da ISO 20121:2012 relacionados a esta pesquisa  
(Dias, 2013)

Aspectos	Descrição e Comentários
Ruído	Níveis de ruído inaceitáveis na comunidade circunvizinha.
Saúde e segurança no trabalho	Atividades com risco significativo de impacto na saúde e segurança do trabalho contratado, voluntários e da cadeia de abastecimento
Discriminação e grupos vulneráveis	Atividades em risco de discriminação ou violação dos direitos de grupos vulneráveis (por exemplo, crianças e jovens em risco, idosos, pessoas com deficiência, os deslocados internos, refugiados ou refugiados que regressam e as mulheres) e os povos indígenas.

Numa análise dos itens de interesse, podemos observar que, em relação ao ruído, a ISO não abrange a população que frequenta o evento. Este é sem dúvida uma questão relevante uma vez que em diversos eventos, a população é exposta a ruídos intensos a exemplo do Rock Rio entre outros. Todavia, quando o aspecto se refere a grupos vulneráveis e a violação de seus direitos, de modo indireto podemos incluir o grupo de pessoas vulneráveis ao ruído, tais como crianças, adultos jovens, idosos e pessoas com problemas no campo da saúde mental. Neste sentido, a busca por uma certificação com base na Norma ISO 20121:2012, não deveria negligenciar este aspecto.

Um outra questão interessante é que, nos eventos de interesse desta pesquisa, diversos profissionais participam dos mesmos e aqui o aspecto saúde e segurança no trabalho, no caso particular do ruído, se torna um item considerado relevante pela Norma ISO 20121:2012, necessitando de uma Gestão da Segurança e Saúde que leve em consideração a necessidade de sensibilização sobre o risco da exposição ao ruído em eventos, tanto profissional, quando da população, uma vez que, por exemplo, policiais podem orientar familiares com bebês e crianças a se afastarem das fontes de ruído intenso. Avaliação ocupacional da exposição ao ruído, medidas de controle, tais como o fornecimento de proteção individual e audiometrias devem fazer parte deste sistema de gestão, em caso de interesse de obter uma certificação.

### 2.12.3. O RUÍDO COMO AMEAÇA À SUSTENTABILIDADE DE EVENTOS

Uma vez que o ruído ambiental é um dos maiores fatores de estresse dos habitantes de uma cidade, é de se supor que eventos do tipo festas e romarias populares, os quais possuem inúmeras fontes de ruído, possivelmente poderão ser enquadrados como estressores de uma população, seja aquela participante do evento, seja a comunidade do entorno.

O trecho a seguir, obtido de uma rede social durante esta pesquisa, no caso o *Facebook* ("Festa em honra de Nossa Senhora da Saúde," 2014), mostra um diálogo entre uma senhora (aqui simplesmente Senhora A), que reclama do ruído dos fogos de artifício e um membro de uma Junta de Freguesia, o qual explica os horários dos shows pirotécnicos, principal reclamação da moradora. Logo a seguir observa-se um debate acirrado entre uma Senhora B, defensora dos fogos de artifício e um Senhor C que, concordando com a Senhora A, rebate a crítica da Senhora B com veemência.



**Senhora A:** *Só espero que não deitem foguetes todos os dias de manhã cedo! (31 de julho às 09:16)*

**Junta de Freguesia:** *Boa noite Senhora A! Nos últimos anos, o fogo tem sido lançado pelas 15h da primeira sexta-feira e depois pelas 15h de cada domingo até aos dias 14 e 15 que será pelas 23h45. (31 de julho às 15:09)*

**Senhora B:** *Certamente a Senhora A fica severamente incomodada, pela manhã, pela poluição sonora dos foguetes (suprimido o nome do local) que anunciam as comemorações da N<sup>a</sup> Sra. (suprimido o nome da santa). sugiro que o ex.mo Presidente contemple no próximo orçamento da Junta, tampões auditivos para todos aqueles que são beneficiários do RSI, que dormem infundavelmente até às tantas, e que não gostam que lhes perturbem o sono das 15h. (10 de agosto às 06:19)*

**Senhor C:** *Digiro-me especialmente a Senhora B e à Senhora A: esta última senhora tem todo o direito e pertinência na sua queixa que é também minha; a Junta de Freguesia esclareceu-a com correção e respeito (foi-me também útil pois não terei reparado que este ano houve alteração de horário) e a Senhora B comentou de forma grosseira, deselegante, desrespeitadora, ofensiva e ainda em mau Português. É lamentável! (10 de agosto às 12:40)*

**Senhora B:** *é impressionante como a mentalidade portuguesa é tão fútil e mesquinha... se não estiverem até às tantas a comerem farturas e a presenciarem concertos de música tradicional portuguesa intragável no histórico Jardim (suprimido o nome do jardim), não terão que se preocupar com a artilharia ... be open minded please (10 de agosto às 06:06)*

**Senhor C:** *Senhora B: generaliza erradamente a "mentalidade portuguesa" (curiosamente recorrendo à língua inglesa): qualquer residente no centro de uma cidade (até na aldeia...) tem direito e razão ao não gostar de foguetes! ABRA A SUA - SIM, A SUA MENTE- e não troce das farturas saborosas e critique -de acordo nisso - a "intragável música", critique o que achar LEGÍTIMO. mas faça-o com elevação e respeito, please... (10 de agosto às 12:56)*

**Senhora B:** *Não generalizo erradamente não senhor O meu caro Senhor C sabe perfeitamente que estou certa neste ponto... Os nossos egrégios avós sentir-se-iam ultrajados com o atual povo pseudolusitano. Existem coisas mais sérias para o "povinho" tuga se preocupar do que estarem aqui a lamentar-se do pum pum dos foguetes. Como referiu, as pessoas têm todo o direito e razão (embora discutível: o conceito de "razão" é muito falacioso num estado de direito democrático) em não gostar do som flatulente dos foguetes, mas ... é uma perda de tempo! Sobre as farturas, eu não fui jocosa... até gosto bastante delas... lamento o seu "lack" interpretativo. Quanto ao criticar gostaria que me esclarecesse o porquê de me sugerir para o fazer com elevação e respeito... Denotou algo que me escapou???(10 de agosto às 13:10)*

Como se pode observar o estresse produzido pela simples expectativa da explosão dos fogos de artifício gerou intromissões e agressões entre pessoas distintas à questão levantada por uma moradora da região. Longe de ser um consenso, por este exemplo, já se pode verificar que o ruído nestes eventos pode ser um fator de disputa entre agentes promotores do evento e a população, com resultados imprevisíveis.

No ano de 2007, no concelho de Santa Cruz de Tenerife, Espanha, um caso envolvendo a Câmara do município, em função do elevado nível de ruído produzido pela música durante o carnaval no ano

anterior (104dB(A) a 130dB(A)) gerou uma forte divergência entre moradores desta cidade. Em função de uma decisão do Tribunal Superior de Justiça de Tenerife de suspendendo o Carnaval em determinadas zonas da cidade com base em uma ação movida por moradores incomodados com o ruído, rádios da cidade começou a divulgar o nome das pessoas que se posicionaram contra os eventos. Segundo o advogado destes moradores esta atitude, criou um “ambiente de terror” e um “ódio social” entre as pessoas contra o evento ruidoso e os que eram a favor do Carnaval. Visando evitar atos de vandalismo, muitos moradores dos edifícios existentes na zona carnavalesca da cidade, colaram cartazes nas paredes informando que ali ninguém tinha apoiado a ação judicial contra o carnaval (Pardellas, 2007; Ser, 2007).

A violência urbana é mais um aspecto que deve ser levado em conta quando se aborda o tema sobre o ruído como ameaça à sustentabilidade de eventos. Um exemplo dramático ocorreu na Índia, quando uma menina de 13 anos foi violada (estuprada). Os gritos com pedidos de ajuda foram abafados pelo nível elevado de ruído produzido pelas músicas emitidas pelos sistemas de som existentes no local da agressão. À noite, a menina, não suportando emocionalmente o acontecimento, jogou sobre si combustível, incendiando-se logo em seguida, o que levou a queimaduras em 100% do seu corpo, provocando a sua morte ("Supreme Court of India ", 2005).

Do ponto de vista ambiental, não se pode esquecer que soluções utilizadas para o controle do ruído, em sua maioria, estão relacionadas diretamente ao consumo de recursos naturais, seja água, energia e materiais, os mais variados, utilizados para fabricação de barreiras acústicas, de absorvedores acústicos e proteção individual, o que gera a curto e médio prazo um passivo ambiental em função dos resíduos gerados por estes.

#### 2.12.4. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

O termo indicador tem origem no latim “*indicare*”, significando descobrir, apontar, anunciar, estimar (Hammond et al., 1995). Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), deve ser entendido como um parâmetro, ou valor derivado de parâmetros que apontam e fornecem informações sobre o estado de um fenómeno, com uma extensão significativa (OCDE, 1993). Outros autores afirmam que os indicadores, num nível mais concreto devem ser entendidos como variáveis (Chevalier et al., 1992; Gallopin, 1996)

Desde a década de 1990 já se tinha a percepção que a utilização de indicadores vinha ganhando um peso crescente nas metodologias utilizadas para resumir a informação de carácter técnico e científico na forma original ou "bruta", permitindo transmiti-la de modo sintético, preservando o essencial dos dados originais e utilizando apenas as variáveis que melhor servissem aos objetivos e não todas as que podem ser medidas ou analisadas. Assim, decisores, gestores, políticos, grupos de interesse ou público em geral podem, mais facilmente, utilizar a informação de interesse. Os indicadores de sustentabilidade são, não apenas necessários, mas indispensáveis para fundamentar as tomadas de decisão aos mais diversos níveis e nas mais diversas áreas. A Agência Europeia do Ambiente (AEA) foi pioneira neste tema, desenvolvendo um conjunto de trabalhos e estimulando a sistematização e comparabilidade da informação nos diversos países abrangidos pela sua ação, procurando ainda criar sinergias com outros organismos como o Gabinete de Estatística das Comunidades Europeias (Eurostat) e (OCDE) ( "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000):

Os indicadores de sustentabilidade possuem várias aplicações as quais se destacam: (; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000):



- ✓ atribuição de recursos - suporte de decisões, ajudando os decisores ou gestores na atribuição de fundos, alocação de recursos naturais e determinação de prioridades;
- ✓ classificação de locais - comparação de condições em diferentes locais ou áreas geográficas;
- ✓ cumprimento de normas legais - aplicação a áreas específicas para clarificar e sintetizar a informação sobre o nível de cumprimento das normas ou critérios legais;
- ✓ análise de tendências - aplicação a séries de dados para detectar tendências no tempo e no espaço;
- ✓ informação ao público - informação ao público sobre os processos de desenvolvimento sustentável;
- ✓ investigação científica - aplicações em desenvolvimentos científicos servindo nomeadamente de alerta para a necessidade de investigação científica mais aprofundada.

De acordo com a classificação da OCDE, os indicadores ambientais podem ser sistematizados pelo modelo Pressão-Estado-Resposta, que assenta em três grupos chave de indicadores (OCDE, 1993; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS)", 2000):

**Pressão** - caracterizam as pressões sobre os sistemas ambientais e podem ser traduzidos por indicadores de emissão de contaminantes, eficiência tecnológica, intervenção no território e de impacto ambiental;

**Estado** - refletem a qualidade do ambiente num dado horizonte espaço/tempo; são por exemplo os indicadores de sensibilidade, risco e qualidade ambiental;

**Resposta** - avaliam as respostas da sociedade às alterações e preocupações ambientais, bem como à adesão a programas e/ou à implementação de medidas em prol do ambiente; podem ser incluídos neste grupo os indicadores de adesão social, de sensibilização e de atividades de grupos sociais importantes.

Este modelo se apresenta na figura 2.38 as atividades humanas produzem pressões (e.g. emissões de contaminantes) que podem afetar o estado do ambiente, que leva a que a sociedade apresente respostas a esses problemas.

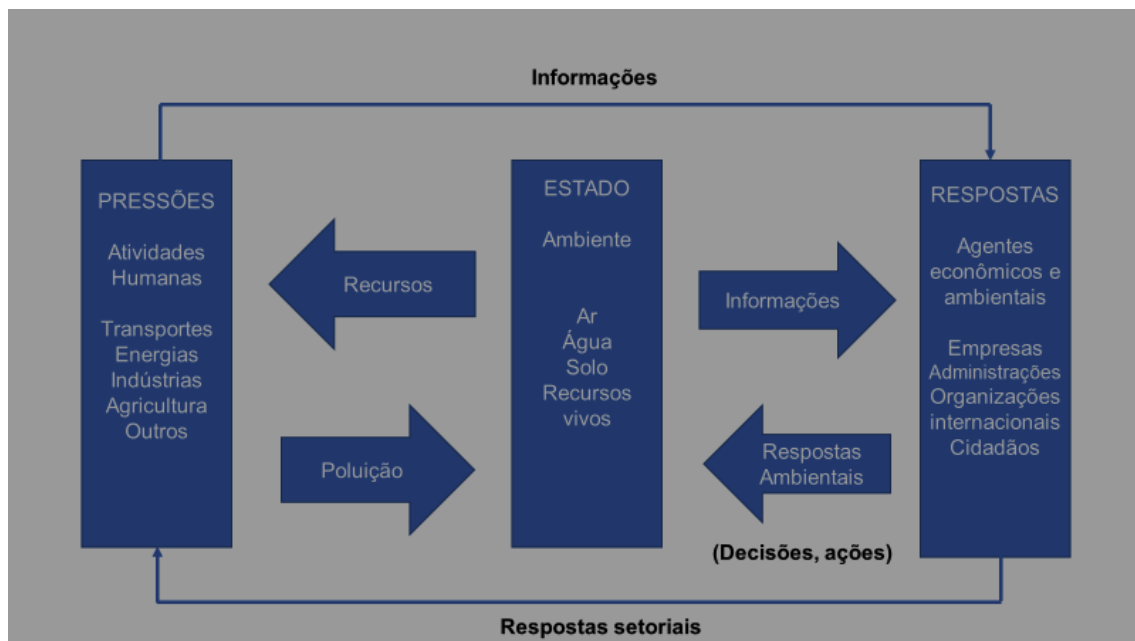


Figura 2.38 - Estrutura conceitual do modelo Pressão-Estado-Resposta (EDR) da OCDE

Fonte: Adaptado de ("SIDS Portugal," ; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS)", 2000)

A seleção de indicadores deve seguir critérios exequíveis e verificáveis de tal modo que a escolha efetuada seja devidamente justificada. Estes devem refletir o significado dos dados na forma original, satisfazendo, a conveniência da escolha e a precisão e relevância dos resultados. Alguns destes critérios podem ser visualizados a seguir ("Indicadores regionais ", 2018; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000):

- ✚ existência de dados base;
- ✚ possibilidade de intercalibração;
- ✚ possibilidade de comparação com critérios legais ou outros padrões/metast existentes;
- ✚ facilidade e rapidez de determinação e interpretação;
- ✚ grau de importância e validação científica;
- ✚ sensibilidade do público alvo;
- ✚ custo de implementação;
- ✚ possibilidade de ser rapidamente atualizado.

Uma vez que a maioria dos indicadores não preenche todos os critérios desejáveis, deverá existir um compromisso de otimização entre os critérios possíveis de garantir e aqueles que são tidos como mais relevantes para cada caso ("Indicadores regionais ", 2018; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000)

No ano de 2000, a Direção Geral do Ambiente (DGA) de Portugal publicou a sua proposta para um Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável com base na metodologia adotada pela OCDE com um total de 132 indicadores e mais uma opção para outros ("Indicadores regionais ", 2018; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000).

O SIDS Portugal é um instrumento para avaliar e relatar a evolução da sustentabilidade do país. Visa contribuir para a melhoria da gestão do desempenho ambiental, económico, social e institucional assim como para tornar mais eficientes os processos de sistematização e troca de informação sobre ambiente e desenvolvimento sustentável ("SIDS Portugal",2000).

Os indicadores presentes no SIDS Portugal resultaram de um modelo aberto, participativo e validado, com o apoio da Rede de Pontos Focais para troca de informação sobre dados ambientais da Agência Portuguesa do Ambiente, que é representativa da diversidade de atores-chave envolvidos nos processos de ambiente e desenvolvimento sustentável, garantindo que todas as valências temáticas ou setoriais do SIDS estejam acobertadas ("SIDS Portugal",2000).

Constituem objetivos principais do SIDS Portugal ("SIDS Portugal",2000):

- disponibilizar um instrumento para dar resposta à necessidade de avaliar o progresso do país em matéria de sustentabilidade, possibilitando estabelecer a ligação com os principais níveis de decisão estratégica – políticas, planos e programas – de âmbito nacional, regional e setorial;
- melhorar a qualidade das decisões na gestão da sustentabilidade, promovendo relações mais estreitas entre os resultados da monitorização da sustentabilidade e as respostas políticas dos decisores;
- contribuir para melhorar o desempenho do país nos aspetos ambiental, económico, social e institucional.

Constituem objetivos específicos do SIDS Portugal ("SIDS Portugal",2000):

- constituir uma base alargada de IDS, incluindo aspetos ambientais, económicos, sociais e institucionais;

- apoiar a monitorização das principais estratégias para o desenvolvimento sustentável do país, contribuindo para avaliar o cumprimento de objetivos e metas de políticas, planos e programas;
- fornecer um instrumento de apoio à decisão;
- dar resposta às solicitações de informação provenientes de organismos internacionais;
- transmitir informação técnica de forma mais sintética e inteligível, preservando o significado original dos dados;
- avaliar a integração ambiental e da sustentabilidade nos diferentes setores de atividade económica;
- envolver ativamente as diferentes partes interessadas na avaliação e relato da sustentabilidade.

Neste documento, em relação ao ruído, os indicadores adotados podem ser verificados na figura 2.39 a seguir. Na figura é possível verificar o tipo de indicador, qual a unidade de medida a ser utilizada, a metodologia de avaliação do indicador e sua periodicidade de avaliação.

INDICADOR ESTADO População afetada pelo ruído exterior	INDICADOR RESPOSTA Medidas de minimização do ruído	INDICADOR RESPOSTA Investimento e despesa no controle da poluição sonora
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UNIDADE DE MEDIDA</b></li> <li>1-Número de reclamações</li> <li>2-Percentagem da população exposta a determinadas classes de níveis sonoros expressos em decibéis (dB)</li> <li>• <b>METODOLOGIA</b></li> <li>Considera-se como indicador adequado à análise à exposição ao ruído o Leq diurno (7:00h - 22:00h), com as seguintes 8 classes de níveis sonoros:</li> <li>Classe 1: &lt;= 45 dB(A);</li> <li>Classe 2: entre 45 dB(A) exclusive e 50 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 3: entre 50 dB(A) exclusive e 55 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 4: entre 55 dB(A) exclusive e 60 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 5: entre 60 dB(A) exclusive e 65 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 6: entre 65 dB(A) exclusive e 70 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 7: entre 70 dB(A) exclusive e 75 dB(A) inclusive;</li> <li>Classe 8: superior a 75 dB(A).</li> <li>Para o tráfego ferroviário e aéreo consideram-se tempos de registo superiores a 30 e 60 minutos por amostra respectivamente.</li> <li>• <b>PERIODICIDADE</b></li> <li>• Anual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UNIDADE DE MEDIDA</b></li> <li>• Euro</li> <li>• Metro</li> <li>• <b>METODOLOGIA</b></li> <li>• Inventariação dos meios de insonorização, remoção ou redução do ruído ambiente exterior.</li> <li>• <b>PERIODICIDADE</b></li> <li>• Anual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>UNIDADE DE MEDIDA</b></li> <li>• Euro</li> <li>• <b>METODOLOGIA</b></li> <li>• Este indicador deverá ser desagregado por três categorias, nomeadamente em:</li> <li>• i) investimento em infraestruturas;</li> <li>• ii) despesas em exploração e manutenção;</li> <li>• iii) despesa em investigação.</li> <li>• <b>PERIODICIDADE</b></li> <li>• Anual</li> </ul>

Figura 2.39 - Indicadores de ruído conforme a proposta do Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – DGA- Portugal

Fonte: Adaptado de ("Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000)

Para cada um destes indicadores buscou-se, conforme informações básicas estabelecer metas visando a melhoria da qualidade de vida da população. Entretanto, apenas para o indicador Estado estas metas foram estabelecidas. Uma das limitações associadas ao indicador investimento e despesa no controle da poluição sonora, segundo os autores desta proposta, reside nos limites de abrangência, isto é, o processo de cálculo tanto pode incluir apenas as tarefas mais diretamente ligadas ao controle da poluição sonora, como pode incluir tarefas de carácter mais indireto, como sejam os programas de investigação, entre outros. Assim, é muitas vezes difícil efetuar comparações credíveis de aplicações deste indicador, se não forem conhecidas as bases de cálculo. A figura 2.40 a seguir mostra as metas dos indicadores estabelecidos.

INDICADOR ESTADO População afetada pelo ruído exterior	INDICADOR RESPOSTA Medidas de minimização do ruído	INDICADOR RESPOSTA Investimento e despesa no controle da poluição sonora
<p>• <b>METAS A ALCANÇAR</b></p> <p>• A OMS estabelece como limiar de incomodidade para ruído contínuo 50 dB(A), no período diurno; no período noturno os níveis sonoros devem situar-se 5 a 10 dB(A) abaixo dos valores diurnos para garantir um ambiente sonoro equilibrado. Para a OCDE, no período diurno valores superiores a 65dB(A) são inaceitáveis e níveis sonoros entre 55 e 65 dB(A) não asseguram conforto acústico aos residentes. Em Portugal o Regulamento Geral do Ruído enquadra este assunto.</p>	<p>• <b>METAS A ALCANÇAR</b></p> <p>• Não foram identificadas metas. No entanto pretendeu-se que na implantação de novas infraestruturas e naquelas já existentes que forem consideradas como fonte de poluição sonora não sejam ultrapassados os limiares de incomodidade.</p>	<p>• <b>METAS A ALCANÇAR</b></p> <p>• Não existiam metas estabelecidas</p>

Figura 2.40 - Metas para indicadores de ruído

Fonte: Adaptado de ("SIDS Portugal," ; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000)

O indicador ruído foi mantido na versão do ano 2005 do SIDS, todavia, na versão do ano de 2007 foi retirado, o mesmo correndo na última versão publicada deste documento no ano de 2010 ("Indicadores regionais ", 2018; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000). Esta ausência ocorreu após consulta pública em 2006. A retirada deste indicador ocorreu possivelmente quando foi perguntado, por meio de um questionário, “qual(is) o(s) principal(is) problema(s) que afeta(m) a qualidade do ambiente em Portugal (selecione no máximo 3) em um inquérito. Este questionário teve por objetivo revisar os indicadores de sustentabilidade de Portugal. Num total de 673 questionários foram aplicados na Administração Central, Regional e Local, Assembleia da República, empresas, universidades, organizações não governamentais, jornalistas entre outros. Para este item não foi publicado o resultado, sendo assim uma suposição do autor a causa da eliminação deste indicador ("Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000). Os indicadores de sustentabilidade ambiental adotados pelo SIDS atualmente estão relacionados com as questões de mudanças climáticas, poluição atmosférica, incêndios florestais, gestão de resíduos sólidos, recursos hídricos e costeiros ("SIDS Portugal," ; "Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) ", 2000). Vale salientar, entretanto, que a Comunidade Económica Europeia adotou em 2005 o indicador “população que habita em casas expostas a ruído e a poluição atmosférica” não sendo encontrado pelo autor nenhum registro de eliminação do mesmo (CEC, 2005).

## 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

### 3.1. ENQUADRAMENTO

Conforme já informado na introdução desta tese, os eventos de interesse desta investigação foram selecionados considerando apenas aqueles nos quais apresentassem, simultaneamente, as três condições abaixo:

- Fogos de artifícios, seja eventos piromusicais ou não piromusicais;
- Apresentações musicais, considerando aqui qualquer tipo de manifestação cultural ocorridas nos eventos;
- Parque de diversões instalados nos eventos.

Visando compreender o fenômeno acústico de interesse, conforme informado na introdução, o objetivo geral foi investigar e compreender o fenômeno acústico presente nas festas e romarias da região norte de Portugal, considerando os aspectos relacionados à percepção da população ao risco de exposição, analisando a intensidade e o comportamento do espectro do ruído produzidos, identificando possíveis ameaças à saúde e qualidade de vida das pessoas presentes, seja em atividades de lazer ou ocupacional, averiguando possíveis danos à sustentabilidade dos eventos de interesse bem como apontando as melhores práticas de gestão para estes acontecimentos. Neste sentido, traçou como objetivos específicos:

- Investigar a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogo de artifício em festas e romarias populares;
- Avaliar a intensidade do ruído ambiental produzido em festas e romarias populares bem como o ruído ocupacional de operadores de som e luz presentes nos eventos investigados;
- Desenvolver uma escala de avaliação de sustentabilidade para eventos desta natureza, considerando o agente ambiental ruído;
- Propor medidas para a gestão do fenômeno acústico investigado.

Uma etapa exploratória foi realizada no segundo ano desta investigação, o que se mostrou muito importante, como é de se esperar nesta etapa da pesquisa. Esta etapa teve como finalidade realizar um estudo preliminar visando o autor familiarizar-se com o fenômeno que estava sendo investigado, conhecer a realidade das festas e romarias de Portugal, até então desconhecida do mesmo, de modo que a pesquisa subsequente fosse concebida com uma maior compreensão e precisão, avaliar o ruído das festas que possuíam as características de interesse, possibilitando analisar e rever a metodologia adotada no projeto de tese, realizar a etapa de validação dos inquéritos, assim como a tomada de decisão da seleção da amostra de interesse.

Na realidade, além de investigar a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogo de artifício em festas e romarias populares, fazia parte do planeamento inicial desta pesquisa a investigação da percepção da população habitante do entorno dos eventos bem como dos trabalhadores (feirantes, policiais, operadores de som/luz, profissionais operadores de fogo de artifício). Todavia, em função dos fatores abaixo listados, embora de importância relevante, o autor optou pela não realização destas análises:

- No caso da análise de percepção da população do entorno não ocorreu inicialmente uma boa recepção por parte dos moradores, e a insistência neste sentido se mostrou potencialmente comprometedora dos demais objetivos traçados nesta investigação;
- Em relação aos feirantes e alguns outros profissionais, verificou-se o constrangimento dos mesmos durante a fase exploratória desta investigação, e, em sua maioria, como um sentimento de autodefesa, utilizaram de respostas que não correspondiam com a realidade. Alguns, por exemplo, informavam que recebiam proteção auriculares, mas não conseguiam mostrar os mesmos, quando solicitado pelo pesquisador. Outros claramente, com receio da repercussão desta pesquisa, **sempre informavam** que os eventos não incomodavam a população do entorno e que o ruído a que estavam expostos não era prejudicial nem para si nem para o público. Além deste aspecto, o autor tentou o apoio de entidades de classe de determinada categoria profissional e não obteve sequer uma resposta;
- A continuidade nas linhas acima produziria um custo não suportável pelo pesquisador, uma vez que a realização deste projeto foi todo financiado pelo autor.

A seguir é explicado como cada objetivo foi realizado.

### 3.2. CRITÉRIO DE DECISÃO DE ESCOLHA DOS CONCELHOS AVALIADOS

Esta investigação foi realizada na região Norte de Portugal e o critério de decisão adotado para esta escolha foi em função das questões a seguir relacionadas:

- Por ser a região com o maior número de eventos de interesse, cerca de 5.500 (38%), num total de 14.282 que ocorrem no país, conforme a base de dados mais ampla existente atualmente e utilizada nesta pesquisa (Pinto, 2008);
- Por ser a região que melhor apresenta a relação custo/benefício para esta pesquisa uma vez que a sua base de apoio, encontra-se sediada na cidade do Porto.

A região norte de Portugal é constituída pelos distritos de Braga, Bragança, Porto, Viana do Castelo, Vila Real e a parte norte dos distritos de Aveiro e Viseu. Com cerca de 3,6 milhões de habitantes, concentra quase 35% da população residente em Portugal, sendo responsável por 39% das exportações do país, representando cerca de 29% do Produto Interno Bruto (PIB) da economia nacional. Em termos administrativos, o norte de Portugal é composto por 86 municípios e 1426 freguesias. Os municípios encontram-se organizados em oito Comunidades Intermunicipais, as quais constituem o nível III da Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS), aprovada pela Comissão Europeia. O principal distrito da região norte do país, que possui 18 municípios, é o do Porto ("Indicadores regionais ", 2018).

Uma vez escolhida a região norte de Portugal, a próxima etapa foi escolher as festas e romarias de interesse. Conforme já descrito na introdução desta tese, as festas e romarias de interesse desta investigação são aquelas que apresentam simultaneamente as três características de exposição ao ruído:

- Fogo de artifício, seja ele piromusical, não piromusical (pirotécnico), preso ou misto (preso e pirotécnico, ou preso e piromusical);
- Eventos musicais, sejam eles shows com ou sem a presença de operadores de som e/ou de luz, desfilado de bandas marciais, desfilado de bombos, marchas, apresentação de fanfarras, outros que possam ser interessantes na visão do autor e aqueles que ocorrem durante as procissões, deste que realizados gratuitamente para o público;
- Brinquedos instalados em parques de diversões provisórios montados para a diversão do público presente durante o evento.

A Figura 3.1 a seguir mostra a região norte de Portugal bem como os 19 concelhos que tiveram 20 eventos investigados *“in loco”* e considerados como válidos nesta pesquisa. Dos 20 eventos considerados válidos, 13 ficam localizados no Distrito do Porto, perfazendo um total de 12 municípios (66% do total). Dois no Distrito de Aveiro, em sua parte norte, 1 no distrito de Viseu, também em sua parte norte, 1 no distrito de Braga, 1 no distrito de Bragança, 1 no distrito de Viana do Castelo e 1 no distrito de Vila Real. As atividades de campo desta pesquisa envolveram o percurso de cerca de 3.000 km. Em alguns casos o mesmo evento foi avaliado em 03 a 04 dias diferentes em função da necessidade de recolha de dados.



Figura 3.1 - Região Norte de Portugal e Concelhos com eventos investigados considerados válidos na pesquisa  
Fonte – Imagem adaptada ("Google Earth,").

A decisão de avaliar apenas festas e romarias com as características dentro do escopo desta pesquisa criou a dificuldade na seleção da amostra visando respeitar o princípio da aleatoriedade, o que caracteriza uma amostra probabilística. Isto se deveu ao facto de que, até o momento desta etapa da pesquisa, não existir um banco de dados em Portugal com este nível de informação. O banco de dados



utilizado como referência para esta tese é composto das festas e romarias populares e inclui também as feiras e outras festas com características diferentes do interesse desta pesquisa, tais como carnaval, mas sem as informações do fenômeno acústico investigado, o que impossibilitou organizar uma lista com eventos para uma futura randomização. Mesmo com exaustiva pesquisa na internet, raramente se conseguia as informações necessárias para formar esta lista.

Na etapa exploratória desta pesquisa, com base em informações de cartazes das festas dos anos anteriores, redes sociais e contato via telefone com diversas comissões de festas, não se conseguiu informações adequadas que nos permitisse elaborar uma lista com festas de interesse e randomizar a recolha de dados. Visitas de campo foram realizadas de modo a tentar conhecer os eventos com base em informações preliminares, mas esta estratégia se mostrou improdutiva uma vez que, embora a informação inicial era a de que o evento possuía as características de interesse, “*in loco*”, verificou-se que, na realidade, as festas e romarias em questão, não possuíam as condições necessárias e suficientes para a realização da recolha de dados. Cartazes do mesmo evento de anos anteriores também não se mostraram fidedignos uma vez que, num contexto de crise econômica, se verificou, nos anos desta avaliação a ausência por exemplo, da queima de fogo de artifício e até mesmo o cancelamento da parte festiva da romaria. Por sua vez, a inclusão de brinquedos nos eventos está muito atrelada ao retorno financeiro esperado em função de custos elevados desta atividade relacionados com transporte dos equipamentos, pessoal de operação, manutenção, entre outros. Mesmo em eventos de grande porte se observou a presença de apenas um único brinquedo. Em vários casos, somente a presença do autor “*in loco*” permitia saber se o evento preenchia os três requisitos para a investigação desta tese. A exemplo, a festa realizada na freguesia de Mouços no concelho de Vila Real, a cerca de 106 km do concelho do Porto, quando utilizado a autoestrada, recebeu a visita do autor no sábado para reconhecimento de campo e em sendo de interesse, iniciar a recolha de dados, seguindo até o domingo. Assim se fez necessário pois caso a mesma não tivesse os requisitos, ainda daria tempo de buscar outro evento sem perder um final de semana. Soma-se a este contexto ainda as condições climáticas que obrigou o autor a abortar outros eventos, o facto de que a grande maioria das festas e eventos de interesse ocorrem em um curto espaço de tempo durante o ano (final da primavera, com um grande número durante o verão, finalizando no princípio do outono), totalizando cerca de 03 meses, o que, em função da coincidência de datas, impossibilitou a realização de um maior número de recolha de dados e ainda a negativa dos organizadores na realização da investigação no evento. Uma das respostas interessantes recebidas por e-mail foi: “*O que vamos dizer a este estudante? Temos licença de ruído*”.

Neste cenário, a realização de uma amostra aleatória tornou-se impossível e neste sentindo esta investigação foi realizada estabelecendo uma amostra não aleatória por conveniência e portando, sem saber a probabilidade de cada indivíduo ser selecionado para a amostra. Esta técnica é muito comum e utilizada quando não se consegue elaborar uma lista de eventos para posterior randomização, ou seja, quando uma população de interesse não pode ser bem definida. Consiste em selecionar uma amostra da população que seja acessível. Ou seja, os indivíduos empregados nessa pesquisa são selecionados porque eles estão prontamente disponíveis, não porque eles foram selecionados por meio de um critério estatístico. Geralmente essa conveniência representa uma maior facilidade operacional e baixo custo de amostragem, em função por exemplo da proximidade geográfica. Quando o procedimento de recolha da amostra é não aleatório, a inferência pode ser realizada utilizando os métodos utilizados para amostras aleatórias, sendo os resultados obtidos bons indicativos (Quivy & Campenhoudt, 2005). Assim, os resultados obtidos podem ser uma boa imagem do universo estudado.

Desta forma, os critérios de escolha adotados para a avaliação das festas e romarias foram:

1. Investigação das chamadas ‘Festas das Cidades’ das sedes de cada distrito da região norte de Portugal, uma vez que são grandes eventos e a chance de não possuírem as características de



interesse eram muito reduzidas, o que se verificou nas atividades de campo. Com base neste critério foram selecionados os eventos dos concelhos de Porto, Bragança e Viana do Castelo;

2. Quando isto não foi possível, seja por coincidência de datas, (Por exemplo, a Festa do Concelho de Braga coincide com a Festa do Concelho do Porto,) ou por questões geográficas, uma vez que as capitais dos distritos de Aveiro e Viseu não se encontram na região norte de Portugal, os seguintes critérios de escolha foram utilizados na seleção das festas e romarias populares.
  - a) O segundo evento mais importante do distrito, aqui considerada as Gualterianas realizadas no concelho de Guimarães. Ou;
  - b) Os Eventos mais tradicionais em concelhos dos distritos avaliados, aqui consideradas a chamada Romaria de Portugal, que ocorre em Lamego, na parte norte de Viseu, a Romaria de N.ª da Pena, a maior da Região de Trás-os-Montes, na freguesia de Moucos, concelho de Vila Real, as dos concelhos de Vila Nova de Gaia, Senhor de Matosinhos, Maia, Póvoa de Varzim, Gondomar, Marco de Canaveses, Valongo, no distrito do Porto e as de Espinho e Arouca na parte norte do distrito de Aveiro. Neste último caso o autor preferiu avaliar mais de um evento no distrito de Aveiro considerando que o evento do concelho de Espinho é considerado de porte médio o que ensejou buscar um evento de grande porte. Ou;
  - c) O Evento que foi possível em função da impossibilidade de atender os critérios acima descritos. Neste critério foi incluída a festa da Vila de Sombrosa, no Concelho de Paredes. Neste caso, não foi realizada a investigação do evento do Concelho de Paredes por coincidir com a do Concelho de Marco de Canaveses, escolhido pelo autor, por ser um evento de maior porte do que aquele. Outro evento, o da freguesia de Duas Igrejas, Penafiel, a Festa em honra de Nossa Senhora do Rosário, mais conhecida como Festa da Sopa Seca, foi avaliado, considerando que o do Concelho de Penafiel coincide com a de Senhor de Matosinhos, evento de grande porte.
  - d) Além destes eventos, foram incluídos um do concelho de Lousada, na freguesia de Nevogilde, bem como o de N.ª da Boa Viagem na Vila de Aguçadora em Póvoa de Varzim. No caso da festa em Nevogilde, Lousada, a escolha ocorreu por ser de grande carga de fogo de artifício, num total de 4 eventos em 04 noites seguidas, sendo avaliados pelo autor o fogo de artifício do primeiro, segundo e último dia. Com relação ao outro evento de Póvoa de Varzim, o mesmo foi avaliado porque a principal festa do concelho coincide com a de São Pedro de Aforada, em Vila Nova de Gaia, evento grandioso, que mereceu uma atenção maior do pesquisador. Todavia, no ano seguinte, a festa do concelho de Póvoa de Varzim foi avaliada, embora não seu principal fogo de artifício, por inconsistência de informação. Neste caso foi avaliado o fogo de artifício do chamado Bairro Sul.

A Tabela 3.1 mostra a relação de todos eventos investigados, os descartados por inconsistência de dados ou por ausência dos critérios de interesse desta pesquisa. No total foram 29 eventos investigados “*in loco*”, sendo 20 considerados válidos, 05 descartados por inconsistência de dados e 04 descartados por ausência de critérios de interesse desta pesquisa.

Tabela 3.1 - Eventos investigados por concelho e decisão adotada

ITEM	Distrito	Concelho	Festais	Decisão
1	Aveiro	Arouca	Cidade e Feira da Colheita	Avaliada

ITEM	Distrito	Concelho	Festal	Decisão
2		Espinho	Cidade e N <sup>a</sup> Senhora da Ajuda	Avaliada
3	Braga	Guimarães	Da Cidade e Gualterianas	Avaliada
4	Bragança	Bragança	Da Cidade de Bragança	Avaliada
5	Porto	Felgueiras	Festa Santa Marta	Descartada - ausência de critérios de interesse
6		Gondomar	Da Cidade de Gondomar	Avaliada
7		Lousada	N <sup>a</sup> Senhora da Ajuda-Nevogilde	Avaliada
8		Maia	Concelho da Maia e N <sup>a</sup> S <sup>a</sup> Bom Despacho	Avaliada
9		Marco de Canaveses	Festa da Cidade	Avaliada
10		Matosinhos	Cidade e Senhor de Matosinhos	Avaliada
11		Matosinhos	Festa de Senhora da Hora	Descartada - inconsistência de dados
12		Paredes	Festa da Vila de Sobrosa em Honra de Santa Eulária e São Sebastião	Avaliada
13		Penafiel	Sopa Seca – N <sup>a</sup> Senhora do Rosário	Avaliada
14		Porto	Cidade e São João	Avaliada
15		Porto	N <sup>a</sup> Senhora da Saúde	Descartada - inconsistência de dados
16		Porto	São Bartolomeu	Descartada - ausência de critérios de interesse
17		Porto	N <sup>a</sup> Senhora de Campanhã	Descartada - ausência de critérios de interesse
18		Porto	São João do Bonfim	Descartada - inconsistência de dados
19		Póvoa de Varzim	São Pedro	Avaliada
20		Póvoa de Varzim	N <sup>a</sup> da Boa Viagem - Aguçadoura	Avaliada
21		Trofa	N <sup>a</sup> Eufémia da Carriça	Avaliada
21		Valongo	S. Lourenço- Ermesinde	Avaliada
23		Vila do Conde	Senhor dos Navegantes	Descartada -ausência de critérios de interesse
24		Vila Nova de Gaia	Cidade e S. Pedro da Afurada	Avaliada
25		Vila Nova de Gaia	S. Cristóvão	Descartada - inconsistência de dados
26		Vila Nova de Gaia	Bom Jesus do Monte	Descartada - inconsistência de dados

ITEM	Distrito	Concelho	Festal	Decisão
27	V.Castelo	Viana do Castelo	Cidade e S <sup>a</sup> da Agonia	Avaliada
28	Vila Real	Vila Real	N <sup>a</sup> Senhora da Pena - Mouços	Avaliada
29	Viseu	Lamego	N <sup>a</sup> Senhora dos Remédios	Avaliada

### 3.3. TAMANHO DA AMOSTRA DOS FENÔMENOS ACÚSTICOS DE INTERESSE

Uma questão relevante foi escolher um número mínimo de eventos (fogo de artifício, avaliação de exposição ao ruído de operadores, ruído de shows com estes operadores e ruído de brinquedos) a serem avaliados com o objetivo de realizar inferência estatística. As formas de inferência só devem ser aplicadas quando estão em causa amostras aleatórias. Conforme dito anteriormente, quando o procedimento de recolha da amostra é não aleatório, a inferência pode ser realizada utilizando os métodos utilizados para amostras aleatórias, sendo os resultados obtidos bons indicativos.

As formas de cálculo da dimensão da amostra, só devem ser aplicadas quando estão em causa amostras aleatórias. Quando o procedimento de recolha da amostra é não aleatório, o método de determinação da dimensão da amostra é diferente (Vicente, Reis, & Ferrão, 2001).

Existem três formas de determinar o tamanho da amostra:

- Determinar a dimensão da amostra que é possível custear.
- Adotar a dimensão já utilizada, com sucesso, em estudos anteriores das mesmas características.
- Adotar fórmulas das amostras aleatórias, ou seja, se a amostra fosse aleatória qual a dimensão que seria necessária, sendo o valor encontrado meramente indicativo.

Este último foi o procedimento utilizado, na impossibilidade de utilizar outra alternativa.

Os principais passos envolvidos no cálculo da dimensão de uma amostra quando se pretende estimar um parâmetro são os seguintes (Vicente et al., 2001).

- 1) Fixar os limites de erro desejados, com determinado nível de confiança: as estimativas dificilmente coincidem com o valor do parâmetro pelo que importa estabelecer a diferença máxima que se admite entre estimativa e parâmetro. A precisão é o resultado da especificação desta diferença. Apesar de fixada a precisão, não há certeza de que a estimativa de uma amostra verifique a imposição feita. A probabilidade de isso suceder é o nível de confiança.
- 2) Encontrar uma equação que relacione  $n$  com a precisão e confiança desejadas para os resultados. O intervalo de confiança está associado ao valor da variável da distribuição normal, para a confiança desejada.
- 3) Avaliar o  $n$  encontrado, para ver se é ou não consistente com os recursos disponíveis (custo, tempo, pessoal e material) para a realização da amostragem.

Para que a média  $\mu$  da população seja estimada com um erro máximo  $B$ :  $\bar{X} - B \leq \mu \leq \bar{X} + B$ , com um nível de confiança de 95%:  $Z = 1,96$ , a dimensão da amostra é determinada por:

$$n = \frac{1}{\frac{B^2}{Z^2 \cdot s^2}} \quad \text{Equação nº 3.1}$$

Onde  $\mu = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$  é a média da população e  $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$  é a média da amostra e o  $s$  é o desvio padrão amostral.

Assim, para as variáveis de interesse desta pesquisa foi adotado um erro máximo  $B = 3\text{dB}$ .

A amostra mínima necessária para se poder realizar inferências foi estabelecida com base numa amostra piloto de 08 eventos de fogo de artifício, show com operadores, operadores de som e brinquedos, a fim de se determinar a média amostral e seu desvio padrão e estimar o erro  $B$  e a partir de então encontrar a amostra que definiria um valor menor que o erro máximo estabelecido. Os demais eventos não foram considerados uma vez que, com base em informações da fase exploratória, verificou-se que ocorrem de modo esporádicos, não sendo possível realizar inferências. A Tabela 3.2 mostra o tamanho da amostra mínima a ser adotada, e a amostra realizada, considerando as questões de custo/benefício e a necessidade de se conhecer e investigar o fenômeno acústico de interesse na região norte do País. No caso dos brinquedos, o tamanho da amostra realizada foi bem maior que o tamanho da amostra mínima em função da grande variedade de brinquedos existentes nas festas.

Tabela 3.2 - Amostra mínima e amostra realizada por evento

Tipo de evento	Amostra mínima Ambiental	Amostra mínima Ocupacional	Amostra realizada Ambiental	Amostra realizada Ocupacional	Erro Amostral	
					$L_{Aeq}$	$L_{Amax}$
Fogo de artifício	11	Não Aplicável	27	Não Aplicável	1,35 (imp.)	1,89 (imp.)
Show com operadores de som	21	Não Aplicável	33	Não Aplicável	1,78	1,50
Brinquedos	21	Não Aplicável	99	Não Aplicável	1,22	1,40
Operadores de som	Não Aplicável	23	Não Aplicável	34	$L_{EX}(8, H)$ 1,66	$L_{PICO}$ 2,62

### 3.4. OE1 – INVESTIGAÇÃO DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO AO RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO PRODUZIDO POR FOGOS DE ARTIFÍCIOS EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

Esta etapa partiu da revisão da literatura no domínio das percepções ambientais em particular das perspectivas do risco da exposição ao ruído, e da análise de instrumentos de observação comumente utilizados. Neste sentido optou-se pela aplicação de um inquérito com base na Escala de *Likert* (Likert, 1932) com sete pontos (Tabela 3.3) com vistas a investigar a percepção ao risco de exposição ao ruído de fogo de artifício.

Tabela 3.3 - Número de itens utilizados no inquérito com base na Escala de *Likert* (Likert, 1932)

Discordo totalmente	Discordo muito	Discordo Pouco	Indiferente	Concordo pouco	Concordo muito	Concordo totalmente
1	2	3	4	5	6	7

Para a aplicação dos inquéritos foram escolhidos dois eventos, um não piro musical (pirotécnico), no caso a Festa do Senhor de Matosinhos e um piromusical, no caso a Festa do São João do Porto.

O inquérito completo pode ser visto no apêndice 1 desta tese.

A análise de percepção do risco de exposição ao ruído pela população foi realizada em três etapas conforme a Figura 3.2 a seguir:

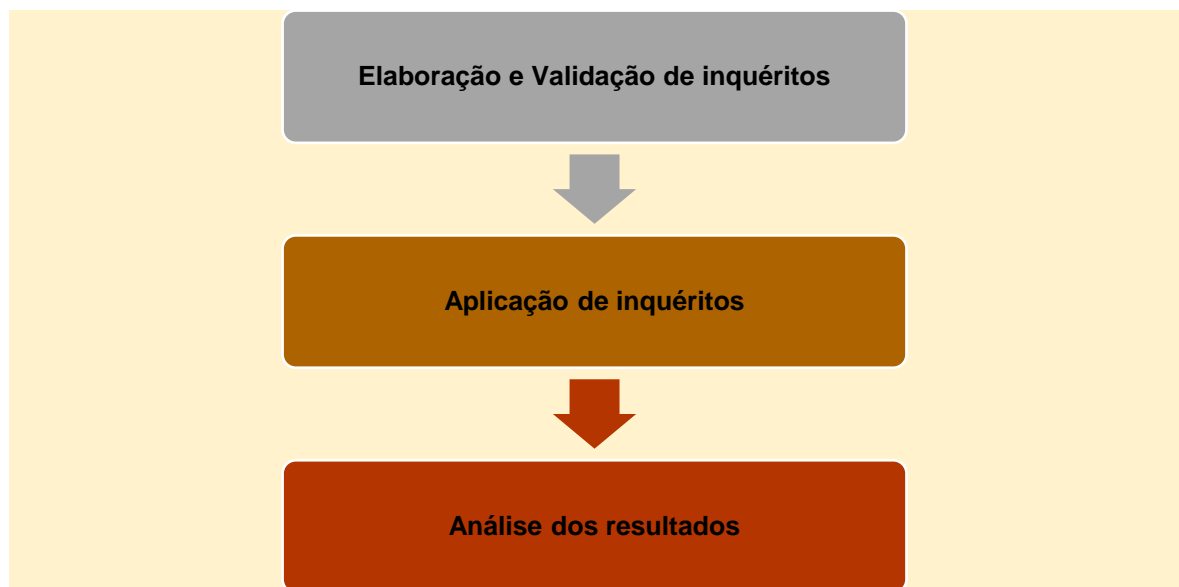


Figura 3.2 - Sequência de avaliação da percepção do ruído de fogo de artifício pela população

A elaboração e validação dos inquéritos foram realizadas conforme se pode verificar na Figura 3.3. Na etapa de validação, os inquéritos foram aplicados durante a fase exploratória desta pesquisa e nas mesmas condições a que seriam aplicados na etapa de aplicação dos inquéritos. A primeira aplicação foi validada em 10 inquéritos na Festa do Senhor de Matosinhos e 10 na Festa do São João do Porto. Após uma primeira revisão, mais 10 inquéritos foram aplicados nas Festas de São Pedro de Afurada. Posteriormente o inquérito foi revisado e aplicado.

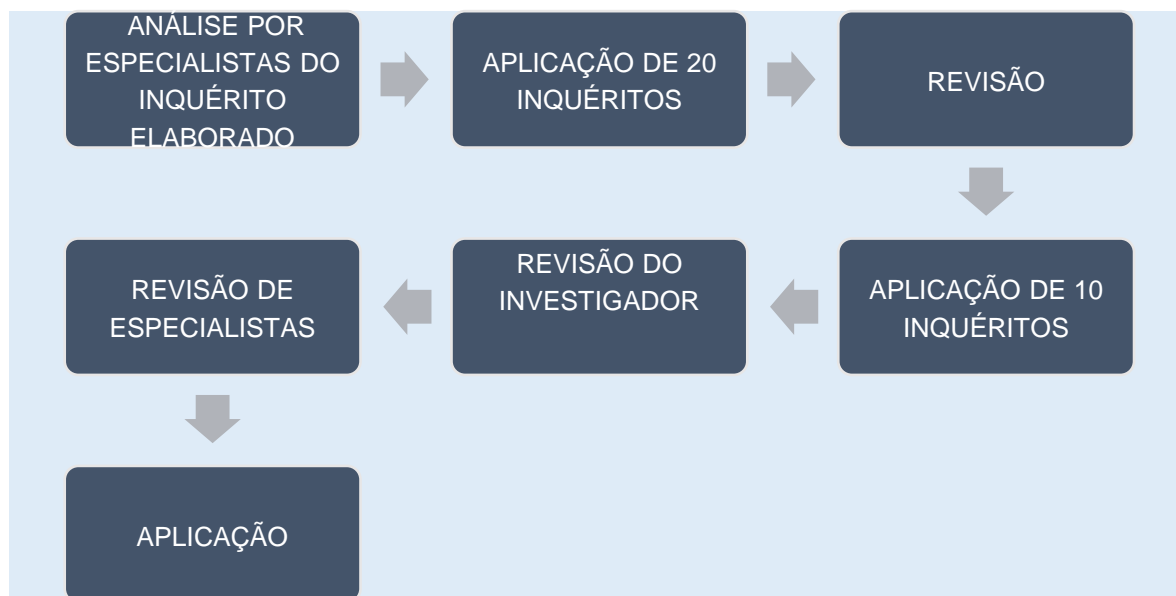


Figura 3.3 - Etapas de elaboração e validação dos inquéritos

Objetivando a aplicação dos inquéritos no momento da recolha de dados, quatro voluntários, após receberem informações necessárias e clarificados todas as dúvidas, se posicionaram ao longo da linha de fogo de artifício, conforme a Figura 3.4 abaixo. Cada um realizou 10 entrevistas logo após o final das explosões, uma vez que se queria compreender a percepção da população em relação ao risco de exposição ao ruído, ainda sob o efeito emocional do show.

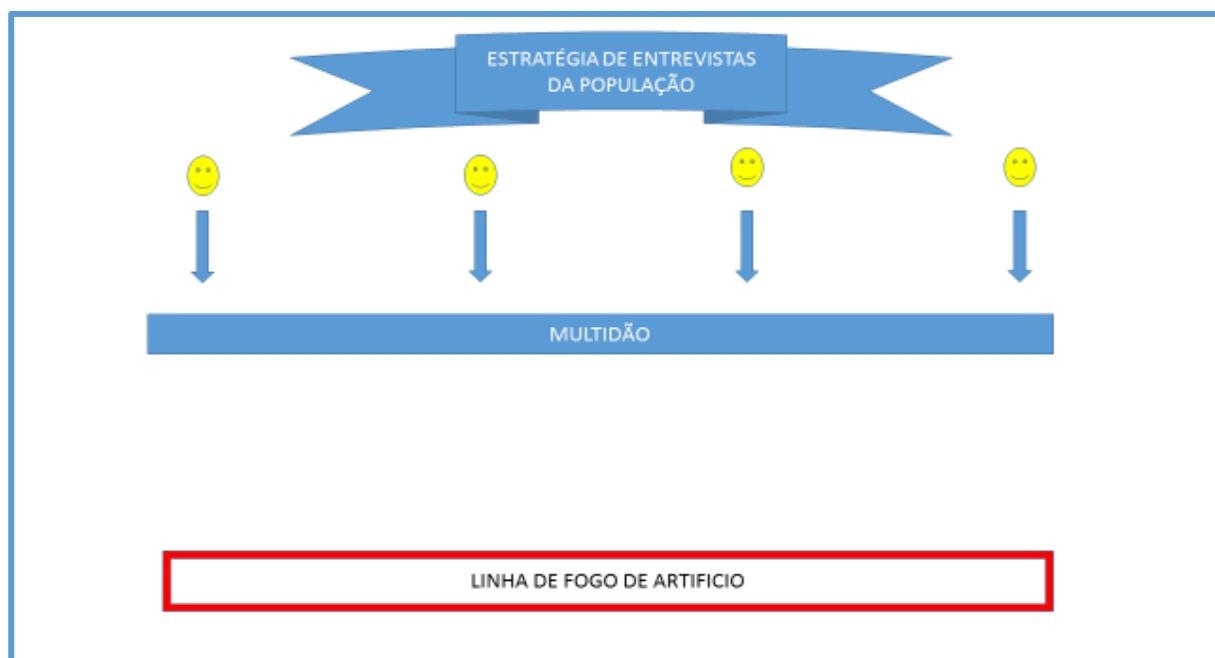


Figura 3.4 - Estratégia de entrevista da população

No total foram realizadas 40 entrevistas em cada um dos dois eventos. Este número considerou o tipo de análise a ser realizada posteriormente, tais como o uso de testes estatísticos e análise fatorial. Para o caso do Teste t, a amostra mínima total desejada deve ser de 60 observações, trinta para cada amostra (Hill & Hill, 2002). No caso da análise fatorial, o tamanho da amostra mínima desejável é 50 observações (Hill & Hill, 2002). A razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis deve exceder cinco para um ou mais (Hair, Anderson, Tatham, & Black, 1995; Stevens, 1986).

O modo de estimação do tamanho da amostra mais moderno baseia-se na análise da potência do teste. Utilizando este método, o pesquisador tem que escolher (Hill & Hill, 2002):

- o teste estatístico que pretende utilizar;
- o “*effect size*” (tamanho do efeito);
- o valor de  $\alpha$ ;
- a potência que pretende utilizar.

O “*effect size*” ou tamanho do efeito é utilizado como complementação de testes de significância. Se o pesquisador pretende realizar uma nova abordagem sobre alguma questão já comumente utilizada, pode ser importante verificar se esta é melhor que a anterior. Essa análise da “melhoria” é realizada por uma escala chamada de tamanho do efeito (Hill & Hill, 2002). A potência de um teste estatístico é a probabilidade de rejeitar a hipótese nula, quando esta hipótese é falsa.

No caso do teste do qui-quadrado, a sugestão de Cohen, para o tamanho da amostra, é considerar um nível de potência, utilizado em ciências sociais de 0,70 e um efeito do tamanho de 0,30. Considerando um  $\alpha$  de 0,05 e utilizando a tabela sugerida por Cohen para cálculo do tamanho da amostra mínimo teríamos que realizar 66 observações. Se ampliarmos o nível de potência para 0,75, mantendo fixo os outros parâmetros, a amostra mínima passa a ser de 75 observações (Cohen, 1988).

Assim optamos em realizar 80 entrevistas, um número de observações que atendem perfeitamente o tamanho mínimo exigido para as análises estatísticas que foram utilizados para investigar este objetivo específico. Desta forma, em relação à análise fatorial, a razão entre o número de casos e a quantidade de variáveis é de 8 para um, acima da mínima necessária (cinco para um).

Na etapa de análise de dados foi utilizado o programa computacional IBM SPSS STATISTICS versão 25 (Corp, 2017) e realizada conforme a Figura 3.5:

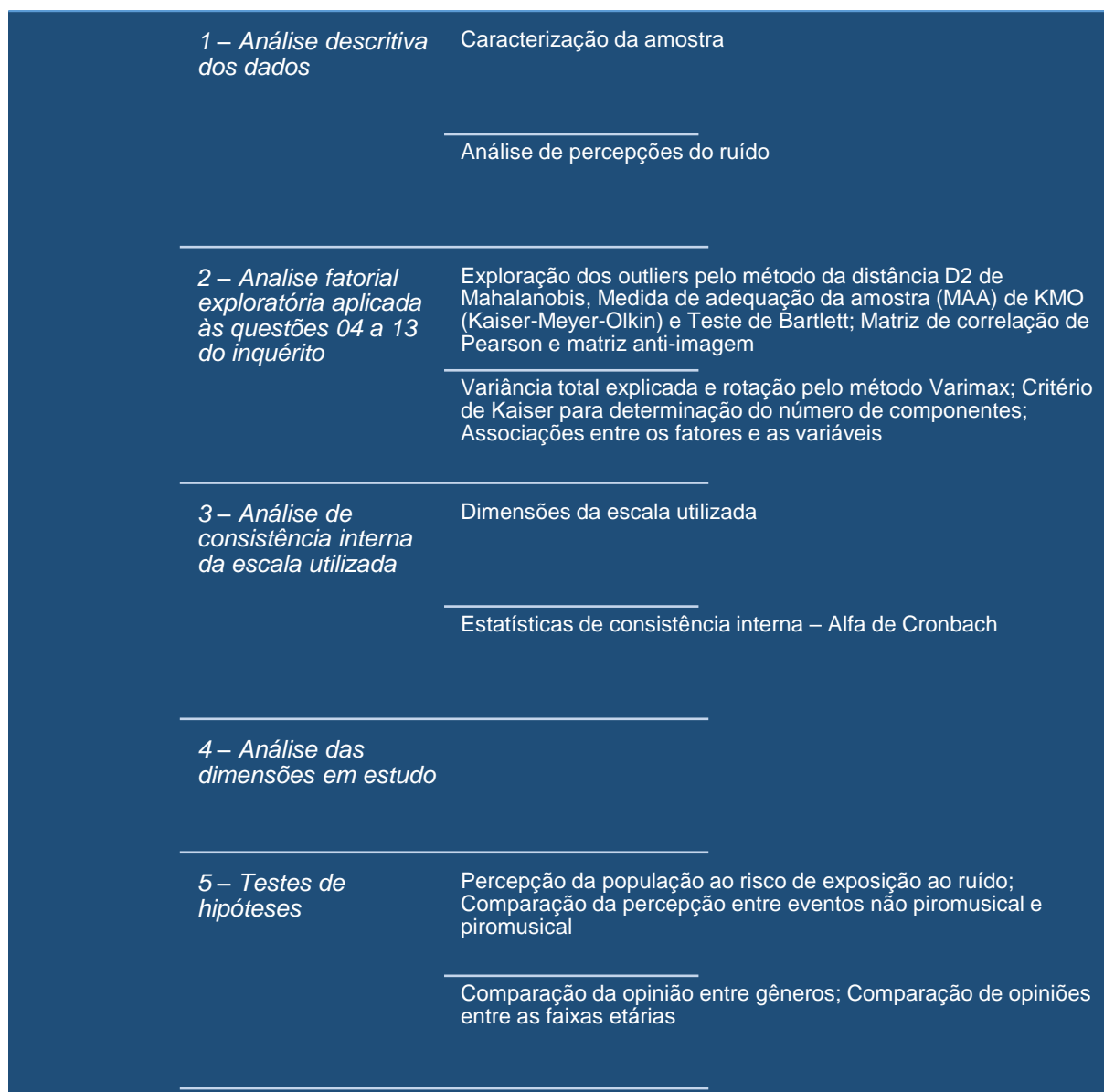


Figura 3.5 - Roteiro da análise de dados dos inquéritos

Conforme pode ser observado na Figura 3.5, foi realizado primeiramente uma análise estatística descritiva das respostas a todas as questões do inquérito visando a caracterização da amostra assim como uma investigação da percepção da população exposta durante o evento.

Após esta etapa, uma análise fatorial foi aplicada às perguntas 4 a 13 do inquérito. A análise fatorial é um tipo de técnica de análise multivariada cujo objetivo é permitir a redução de um conjunto de variáveis correlacionadas entre si, nuns pequenos números de variáveis latentes, chamadas fatores, que passam a ser constituídos por perguntas que apresentam afinidade entre si, facilitando sua interpretação, permitindo a sua representação num espaço dimensional. Este termo, variável latente, é utilizado para expressar uma variável que não pode ser observada diretamente, mas que pode ser definida a partir de um conjunto de variáveis possíveis de serem observadas ou medidas e que medem algo em comum, no caso os fatores. Uma outra função da análise fatorial é calcular as cargas fatoriais. Uma matriz de cargas fatoriais é um dos produtos finais da análise fatoriais. As cargas fatoriais são as correlações de cada



variável com um determinado fator, ou seja, elas indicam o grau de correspondência entre a variável e o fator, sendo as cargas numericamente maiores as responsáveis pela denominação que o fator receberá. O próprio modelo já explicita que o número de fatores deve ser no máximo igual ao número de variáveis observáveis, ressaltando que conforme o número de fatores extraídos se aproxima do número total de variáveis, menos vantajosa torna-se a análise fatorial (Neiva, Abbad, & Tróccoli, 2008; Pestana & Gageiro, 2008; Silva, Ferreira, Cirillo, & Scalón, 2014).

“Uma carga fatorial é um coeficiente, um número decimal, positivo ou negativo, geralmente menor do que 1(um), que expressa o quanto uma pergunta ou variável observada está carregada de um fator. Em outras palavras, quanto maior for a carga de um item em um fator, mais a variável representa esse fator (variável latente)” (Neiva et al., 2008).

Antes de iniciar a análise fatorial, foi realizada uma exploração individual de cada variável em termos de *outliers*. *Outliers* pode ser definido como uma observação que se desvia muito de outras observações que levam a suspeitar que foi gerado por um mecanismo diferente ou ainda como uma observação em um dado que parece ser inconsistente com o restante desse conjunto de dados. A presença de *outliers* pode distorcer os resultados, aumentando os desvios padrões, podendo alterar as estimativas das médias, assim como as estimativas das covariâncias e das correlações, base da análise fatorial (Tabachnick & Fidell, 2007).

Uma vez que estamos trabalhando com análise multivariada, o método utilizado para a detecção de *outliers* é a chamada distância  $D^2$  de *Mahalanobis*. A distância  $D^2$  de *Mahalanobis* é uma versão multidimensional de um valor estandardizado (z-score), medindo a distância de um elemento da amostra a partir do centroide (média multidimensional) de uma distribuição, dada a covariância (variância multidimensional) da distribuição. Um caso é um *outlier* multivariado se a probabilidade associada com a sua  $D^2$  de *Mahalanobis* é de 0,001 ou menos. O  $D^2$  de *Mahalanobis* segue uma distribuição do Qui-quadrado com graus de liberdade igual ao número de variáveis incluídas no cálculo. O  $D^2$  de *Mahalanobis* requer que as variáveis sejam de nível de medida de intervalo ou de nível ordinal, em escala de *Likert*, o que sucede neste caso (Tabachnick & Fidell, 2007).

Após esta etapa foi realizada uma verificação da existência de correlações entre as variáveis e se os dados se adequam à análise, ou seja, aferir a qualidade das correlações entre as variáveis o que permitirá decidir pela continuidade ou não da análise. Assim, foi gerada a matriz de correlação e realizada uma inspeção visual da mesma, e, como critério de aceitação de existência de correlação, adotou-se que 50% das correlações devem assumir valores superiores a 0.30. Quanto à adequação dos dados à análise foram utilizados a Medida de Adequação da Amostra de KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) e o Teste da Esfericidade de *Bartlett* (Bartlett, 1951; H. Kaiser, 1974; Leong & Austin, 2006; Maroco, 2011; Tabachnick & Fidell, 2007).

A Medida de Adequação da Amostra de KMO (*Kaiser-Meyer-Olkin*) produz uma estatística, cuja interpretação é efetuada de acordo com a Tabela 3.4, sendo indicada a qualidade dos dados em função do valor obtido (Maroco, 2011):

Tabela 3.4 - Interpretação da Medida de Adequação da Amostra de KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)  
(Cohen, 1988; Maroco, 2011)

KMO	<0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0
MAA	Inaceitável	Má	Razoável	Média	Boa	Muito boa

Em geral, é importante que o KMO seja superior a 0,80 (Maroco, 2011).

Uma análise prévia indicou que a Medida de Adequação da Amostra de KMO - Kaiser-Meyer-Olkin apresenta um valor de MAA = 0,849 produz uma estatística, cuja interpretação indica que os dados apresentam uma qualidade boa para ser aplicada a análise fatorial.

O Teste da Esfericidade de Bartlett tem como hipótese nula de que as variáveis não estão correlacionadas entre si. Se tal suceder, não se pode aplicar esta técnica. Se o valor da significância do teste for inferior a 5%, valor de referência considerado, a análise permite rejeitar a hipótese de não existir correlação entre as variáveis, pelo que podemos prosseguir com a análise (Bartlett, 1951).

Após a verificação da adequabilidade da base de dados, foi realizada a extração dos fatores através do método de componentes principais por ser o mais utilizado e posteriormente se utilizou o método de Kaiser para determinação do número de fator a reter. Este método foi escolhido porque que o número de variáveis analisadas (10) é menor do que 30. Quando este valor é maior que trinta se utiliza o gráfico *scree plot*. Os fatores retidos, utilizando o método de Kaiser, exclui as componentes cujos valores próprios são inferiores a 1, cumprindo-se o critério de que os fatores devem explicar pelo menos perto de 60% da variação total observada nas variáveis originais (Costello & Osborne, 2005; Tabachnick & Fidell, 2007).

Uma vez verificado a adequabilidade da base de dados e determinar a técnica de extração e o número dos fatores, foi realizada a rotação destes fatores. Rotação de fatores é um método matemático que rotaciona os eixos no espaço geométrico tornando mais fácil determinar quais variáveis são carregadas em quais componentes. Seu principal objetivo é tornar o resultado empírico encontrado mais facilmente interpretável, conservando as suas propriedades estatísticas, de modo a que cada variável possa ser associada a apenas um fator. Quanto maior o valor do coeficiente, em termos absolutos, que relaciona uma variável com um componente, maior será a relação entre ambos. Há dois tipos de rotação as quais são conhecidas como ortogonal e oblíqua. As rotações ortogonais são mais fáceis de interpretar sendo que o tipo de rotação Varimax é a mais comumente utilizada, e adotada nesta análise. Esse método procura minimizar o número de variáveis que apresentam altas cargas em cada fator (Pestana & Gageiro, 2008).

Com o objetivo de verificar se as respostas dos inqueritos dadas pelos inqueridos são em função da diversidade de opinião e não porque o instrumento aplicado é confuso levando a diferentes interpretações, foi realizada uma análise de consistência interna (Pestana & Gageiro, 2008).

A análise de consistência interna permite estudar as propriedades de escalas de medida e as questões que as compõem (Cronbach, 1951). O procedimento utilizado calcula medidas de consistência interna da escala e também fornece informação sobre as relações entre itens individuais numa escala.

O Alfa de Cronbach é um modelo de consistência interna, baseado na correlação inter-item, sendo o modelo mais utilizado nas ciências sociais para verificação de consistência interna e validade de escalas: mede a fidelidade ou consistência interna de respostas a um conjunto de variáveis correlacionadas entre si, ou seja, como um conjunto de variáveis representam uma determinada dimensão. Quando os dados tiverem uma estrutura multidimensional, o alfa de Cronbach será baixo. Se as correlações inter-variáveis

forem altas, então há evidência que as variáveis medem a mesma dimensão (Costello & Osborne, 2005). Se o valor encontrado para o alfa for  $< 0,6$  é considerado como inadmissível. Entre 0,6 e 0,7 é considerada fraca. Entre 0,7 e 0,8, razoável e um alfa entre 0,8 e 0,9 é considerado boa. Acima de 0,9 é considerada muito boa. Assim, se o valor do Alfa de Cronbach for superior ao valor de 0,80, pode-se considerar que os dados medem de forma adequada uma única dimensão (Cronbach, 1951; Pestana & Gageiro, 2008).

Após a verificação da consistência interna foi realizada uma análise das dimensões em estudo.

Finalizado a etapa da análise fatorial, testes de hipóteses foram realizados conforme a seguir

1. Investigar a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogos de artifício em festas e romarias populares, utilizando as seguintes hipóteses;
  - $H_0$  - A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias
  - $H_1$  - A população não reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias

Neste item foram realizadas três análises. A primeira calculando os intervalos de confiança para a concordância/ discordância com as afirmações. A segunda foi realizada para os intervalos de confiança para a média das respostas às afirmações. E uma terceira para os intervalos de confiança para os fatores construídos pela análise fatorial. Comparar os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais

2. Verificar se existe diferença de percepção da intensidade do ruído em evento com fogo de artifício não piromusical e evento com fogo de artifício piromusical-

Este objetivo está associado às seguintes hipóteses:

- $H_0$  – Não existem diferenças entre os eventos com ruído de fogo de artifício não piromusical e os eventos piromusicais
- $H_1$  - Existem diferenças entre os eventos com ruído de fogo de artifício não piromusical e os eventos piromusicais

Uma primeira análise compara a opinião sobre o som ouvido na festa entre os dois grupos, (item 3 do inquérito) utilizando o teste do qui-quadrado.

Perante duas variáveis nominais ou uma variável nominal e outra ordinal, o teste adequado para verificar a relação entre cada par de variáveis é o Qui-quadrado, em que temos as hipóteses (Maroco, 2011):

- $H_0$ : As duas variáveis são independentes, ou seja, não existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra;
- $H_1$ : As duas variáveis apresentam uma relação entre si, ou seja, existe relação entre as categorias de uma variável e as categorias da outra;

Quando o valor de prova for inferior a 5% (0,05), rejeita-se a hipótese nula, concluindo-se que as duas variáveis estão relacionadas. Quando o valor de prova do teste for superior ao valor de referência de 5%, não podemos rejeitar a hipótese nula, de que as duas variáveis são independentes, ou seja, conclui-se que elas não estão relacionadas (Maroco, 2011).

Uma segunda análise foi realizada para a média das respostas às afirmações. Para estudar a relação entre as respostas às afirmações do questionário com os locais das festas pode se utilizar

o teste paramétrico *t de Student*, uma vez que os grupos em estudo podem ser considerados de grande dimensão. Quando se pretende analisar uma variável quantitativa nas duas classes de uma variável qualitativa nominal dicotómica utilizar-se o teste paramétrico *t de Student*, por forma a verificar a significância das diferenças entre os valores médios observados para ambos os grupos da variável nominal dicotómica, que coloca as seguintes hipóteses:

- $H_0$ : Não existe diferença na média das variáveis, entre os grupos da variável dicotómica.
- $H_1$ : Existe diferença na média das variáveis, entre os grupos da variável dicotómica.

Quando o valor de prova do teste *t* é superior a 5%, aceita-se a hipótese nula, ou seja, não há diferenças entre os dois grupos. Quando o valor de prova é inferior a 5%, rejeita-se a hipótese nula, da média ser igual para os dois grupos, ou seja, há diferenças entre os dois grupos.

Uma terceira análise foi realizada para os fatores construídos na análise fatorial considerando as hipóteses anteriores e aplicando o Teste *t*.

### 3. Estudo da comparação da percepção ao risco da exposição ao ruído por diferença de gênero.

Este item foi investigado conforme as seguintes hipóteses:

- $H_0$ – Não existe diferença de percepção do risco de exposição ao ruído entre gêneros para os eventos com ruído de fogo de artifício
- $H_1$ – Existe diferença de percepção do risco de exposição ao ruído entre gêneros para os eventos com ruído de fogo de artifício

A análise do item 3 do inquérito foi realizada utilizando o método do Qui-quadrado. A análise dos itens 4 a 13 foram realizadas com base no Teste *t*. Este teste também foi utilizado para a análise dos fatores construídos na análise fatorial.

### 4. Estudo da comparação da percepção ao risco do ruído por diferença de idade

Este item foi investigado conforme as seguintes hipóteses:

- $H_0$  – Não existem diferenças entre idade para a percepção ao risco de exposição ao ruído em eventos com ruído de fogo de artifício
- $H_1$  – Existem diferenças entre idade para a percepção ao risco de exposição ao ruído em eventos com ruído de fogo de artifício

A análise do item 3 do inquérito foi realizada utilizando o método do Qui-quadrado. As análises dos itens 4 a 13 foram realizadas com base no teste Kruskal-Wallis (KW), em substituição ao One-way ANOVA, uma vez que se verificou o pressuposto de não normalidade da amostra (Maroco, 2011). O teste de Kruskal-Wallis é o método não-paramétrico alternativo à ANOVA, sendo utilizado nos casos em que as suposições exigidas pela ANOVA não são atendidas (normalidade). O teste de Kruskal-Wallis, coloca as seguintes hipóteses (Maroco, 2011):

- $H_0$ : A variável apresenta uma distribuição idêntica para as categorias das variáveis qualitativas.
- $H_1$ : A variável não apresenta uma distribuição idêntica para todas as categorias das variáveis qualitativas.

Quando o valor de prova é superior ao valor de referência de 5%, não se rejeita a hipótese nula, caso contrário rejeita-se e aceita-se a hipótese alternativa. Este teste também foi utilizado para a análise dos fatores construídos na análise fatorial.

### 3.5. OE2 – AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE DO RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL PRODUZIDO EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

Os equipamentos e software utilizados na recolha dos dados foram cedidos pelo Laboratório de Acústica e pelo Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, no caso o sonômetro Solo – 01dB, classe 1, devidamente calibrado, com escala dinâmica de 30 a 140 dB(A) e com curvas de ponderação A B, C e Z e analisador de espectro de 1/3 e 1/8. Antes de cada avaliação foi realizada o ajuste de calibração, visando evitar erros de leitura. A Figura 3.6 mostra o equipamento utilizado.



Figura 3.6 - Equipamento utilizado para recolha de dados  
Fonte: Foto do autor

Os indicadores de ruído ambiental e ocupacional avaliados nesta investigação encontram-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Indicadores de ruído ambiental e ocupacional avaliados

RUÍDO AMBIENTAL	RUÍDO OCUPACIONAL
$L_{Aeq}$	$L_{EX,8h}$
$L_{Amax}$	$L_{Cpico}$
$L_{Amin}$	
$L_{Amax} (imp, A)$	
$L_{A90}, L_{A50}, L_{A10}$	
$L_{Cpico}$	

Além disso quando necessário se obteve os espectros de ruído em 1/3 de oitava visando conhecer melhor o fenómeno acústico estudado.

### 3.5.1. AVALIAÇÃO DO RUÍDO PRODUZIDO POR FOGO DE ARTIFÍCIO

Antes de explicar a metodologia de recolha e análise dos dados será realizada uma breve abordagem caracterizando o processo de execução do show com fogos de artifício.

#### 3.5.1.1. Caracterização do processo de execução do show com fogo de artifício

Para um melhor entendimento do processo de execução de shows pirotécnicos se faz necessária explicar sua classificação, composição bem como dos tipos mais utilizados nos eventos avaliados.

De acordo com a Diretiva 2013/29 os artigos de pirotecnia devem ser classificados pelo fabricante de acordo com o seu tipo de utilização, a sua finalidade e o seu nível de risco, incluindo o seu nível sonoro. Segundo esta diretiva, para fogo de artifício a classificação é feita do seguinte modo ("Directiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à disponibilização no mercado de artigos de pirotecnia (reformulação)," 2013):

- i) Categoria F1: fogos-de-artifício que apresentam um risco muito baixo e um nível sonoro insignificante e que se destinam a ser utilizados em áreas confinadas, incluindo os fogos-de-artifício que se destinam a ser utilizados no interior de edifícios residenciais,
- ii) Categoria F2: fogos-de-artifício que apresentam um risco baixo e um nível sonoro baixo e que se destinam a ser utilizados em áreas exteriores confinadas,
- iii) Categoria F3: fogos-de-artifício que apresentam um risco médio, que se destinam a ser utilizados em grandes áreas exteriores abertas e cujo nível sonoro não é prejudicial para a saúde humana,
- iv) Categoria F4: fogos-de-artifício que apresentam um risco elevado, que se destinam a ser utilizados exclusivamente por pessoas com conhecimentos especializados (comumente conhecidos por «fogos-de-artifício para utilização profissional») e cujo nível sonoro não é prejudicial para a saúde humana;

As da categoria F1 somente podem ser disponibilizados para pessoas com mais de 12 anos, os F2 para maiores de 16 anos e os F3 para maiores de 18 anos. Os fogos tipo F4 só podem ser operados por pessoas com conhecimentos especializados ("Directiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à disponibilização no mercado de artigos de pirotecnia (reformulação)," 2013).

De um modo geral, as quatro categorias são utilizadas nas festas e romarias durante os shows com fogo de artifício.

Quanto à composição, os artefatos pirotécnicos são constituídos por combustíveis, comburentes e adjuvantes. Combustível é qualquer substância que reage com o oxigénio ou com um comburente e libera energia, na forma de calor. Os combustíveis mais utilizados são o alumínio, o magnésio, o titânio, o carvão vegetal e o enxofre.

Os comburentes, ou oxidantes, são todos os elementos químicos que, associando-se quimicamente ao combustível, são capazes de fazê-lo entrar em combustão na presença de uma fonte de calor inicial, isto é, a substância que alimenta a combustão. O oxidante mais comum é o oxigénio do ar. Os comburentes mais utilizados nos artefatos pirotécnicos são o perclorato de potássio, o nitrato de potássio, o nitrato de bário, nitrato de sódio e os cloratos de potássio e de bário. Os adjuvantes são substâncias ou preparações que podem incrementar a atividade da substância ativa. Alguns adjuvantes utilizados incluem componentes destinados a criar efeitos visuais (serpentinhas, esferas) de cores e efeitos sonoros. Os adjuvantes incluem ainda os materiais necessários para colar e tornar estanque os cartuchos de cartão e

as embalagens exteriores. São também em algumas situações usadas canas para o fabrico de foguetes, o rastilho que faz parte obrigatório do artefato, a dextrina e o tricloroetileno. Consoante o efeito pretendido é adicionado um composto químico com o objetivo de dar cor ao espetáculo (Russell, 2009).

Durante a explosão, o agente oxidante e o combustível reagem de forma violenta, libertando calor intenso e materiais em fase gasosa. O som produzido é gerado pela onda de choque criada pelo deslocamento do ar, devido às reações de oxidação. O calor liberado nesta reação é o responsável pelo brilho e cor do fogo de artifício. As cores do fogo de artifício são obtidas essencialmente por um processo chamado luminescência. Luminescência é o nome dado à radiação emitida, produzida por uma reação química ou por excitação eletrônica. Quando elétrons dos átomos que compõem um determinado material recebem energia de alguma fonte externa, seja na forma de calor ou de radiação eletromagnética, eles são excitados para níveis energéticos mais altos. Esses elétrons excitados podem voltar para o estado fundamental ou para um outro estado de menor energia, perdendo parte ou toda a energia adicional que foi absorvida. Esse decaimento de energia pode acontecer na forma de emissão de radiação eletromagnética com comprimento de onda da ordem de nanômetros (Russell, 2009).

#### 3.5.1.2. Artigos pirotécnicos utilizados nos eventos investigados

Durante um show com fogos de artifício, diversos artigos pirotécnicos são utilizados. Artigos pirotécnicos são objetos ou dispositivo contendo uma composição pirotécnica que por combustão e/ou explosão produz um efeito visual, sonoro ou de movimento, ou uma combinação destes efeitos.

Existem os que não são considerados presos e que, ao serem acionados percorrem o espaço emitindo luz e ruído e os chamados presos, que produzem seus efeitos a partir de fontes fixas em pontes, viadutos e mesmo no solo, mas cujo percurso é muito reduzido, em formas de cascatas por exemplo ou seus efeitos ficam circunscritos ao local onde foram afixados. Emitem luz em sua maioria, embora há os que produzam ruídos intensos a exemplos de bonecos giratórios que ao final de alguns segundos explodem como que para finalizar o próprio show.

No caso do fogo de artifício não fixo, existem as conhecidas balonas italianas e chinesas que produzem luz, belíssimas imagens e ruídos cuja intensidade varia conforme as dimensões das mesmas. São também utilizadas as candelas romanas que de um modo geral produzem rastro no espaço sem produzirem ruídos intensos. Por outro tipo muito comum são as chamadas baterias que podem produzir ruídos intensos, conforme a carga de fogo utilizada.

#### 3.5.1.3. Artefatos utilizados em shows pirotécnicos não preso

##### Balonas ou conchas

Um dos artefatos mais utilizados em eventos de pirotecnia são as balonas ou conchas (*Shell*). Estes dispositivos podem ser na forma cilíndrica ou esférica, de papel ou plástico, nos quais são inseridas pólvoras para impulsão e ruptura do sistema, estrelas, que são formadas por combustíveis, oxidantes, compostos metálicos, cuja função é produzir as diversas cores e aglutinantes para manter o material misturado. De um modo geral, possuem diâmetros de 50, 75, 100 e 125mm (Russell, 2009). Na sua generalidade são do tipo F4 e são concebidos para serem projetados por um tubo de lançamento (Russell, 2009).

Após a ignição da mecha, ocorre uma explosão primária e a pólvora de impulso eleva o artefato. Durante o trajeto, um fusível de atraso inicia uma ignição e após alguns segundos, a chama chega ao lado da pólvora de ruptura que prontamente explode, acendendo a bola de estrelas e conduzindo-as para fora,



sob a forma de uma bola em rápida expansão, produzindo flash ou qualquer outro efeito desejado (Russell, 2009). Na Figura 3.7 se pode verificar os dois tipos de balonas e um momento de explosão deste pirotécnico.



Figura 3.7 - Balonas tipo italianas e orientais

Fonte: Fotos do autor

### Candelas romanas

Os fogos de artifício conhecidos como candelas ou romanos originaram-se em Roma no período conhecido como Renascença no século XIV (Russell, 2009). A candela romana (Figura 3.8) é constituída de um tubo, no qual são inseridos pólvora de impulso, pólvora de retardo e estrelas. O tubo possui um lado com um tampão de argila e no outro uma mecha que serve para iniciar o sistema. Quando a mecha é acesa, ativa uma composição de queima lenta que é consumido gradualmente. É este sistema, a queima lenta, que cria um período de tempo entre os disparos. Durante esse tempo o pó está a arder lentamente. Em poucos segundos, a composição de atraso chega a primeira estrela, acendendo simultaneamente a mesma e a pólvora de impulso, a qual, por sua vez, a impulsiona para cima. Esta camada de composição de explosão compreende outro sistema de atraso, uma outra estrela que vai inflamar a pólvora e sua unidade correspondente, e assim por diante até que todas as estrelas sejam disparadas. O tampão de argila destina-se a fazer uma base para a pólvora produzir o impulso. Emitem flashes de luz, ruídos e cores (Russell, 2009).





Figura 3.8 - Candelas romanas em solo e embarcações

Fonte: Fotos do autor

### Baterias de lançamento

Um outro artefato pirotécnico muito utilizado nos eventos é conhecido como bateria de lançamentos. Bateria de lançamento consiste num conjunto de tubos de lançamento fixados numa estrutura . Trata-se de um conjunto de peças pirotécnicas auto temporizadas numa cadência progressiva com uma grande diversidade de efeitos (Russell, 2009). A Figura 3.9 mostra vários exemplos deste tipo de artefato.



Figura 3.9 - Configurações de baterias de lançamento

Fonte – Fotos do autor

#### 3.5.1.4. Artefatos utilizados em shows pirotécnicos com fogo preso

O fogo preso, como o próprio nome indica são artefatos pirotécnicos que são queimadas em armações fixas (preso). São utilizados isoladamente ou em conjunto com artefatos não preso. Podem ser acionados diretamente pelo operador ou por mesas disparadoras conforme os objetivos e arranjos físicos de cada espetáculo. Os efeitos produzidos são os mais variados, desde bonecos giratórios que emitem fogos, arcos, nomes dos eventos e belíssimas cascatas entre outros. De um modo geral produzem ruídos de baixa intensidade, a exceção quando ao final da apresentação, ocorrem picos de explosão produzidos nesta apresentação. Na Figura 3.10 se pode ver um fogo preso fixo numa estrutura metálica, no caso a ponte D. Luís I, na festa de São João do Porto e obtida pelo autor posicionado em uma embarcação turística. Verifica-se ainda uma pequena parte do fogo preso da festa de Senhora da Agonia em Viana do Castelo.



Figura 3.10 - Exemplos de fogo preso

Fonte – Fotos do autor

#### 3.5.1.5. Processos de montagem, interligação e acionamento dos fogos de artifício

Uma vez apresentado os diferentes artefatos pirotécnicos utilizados nos eventos investigados, as configurações ou processos de utilização dos fogos de artifício serão abordados a seguir:

Basicamente dois tipos de processos são encontrados. No mais amplamente utilizado, a primeira etapa se constitui na montagem do sistema, quando as balonas são inseridas nos tubos lançadores, as canelas romanas e as baterias são distribuídas conforme o plano de pirotecnia elaborado. Esta montagem pode ocorrer em solo, em colunas fixadas em guindastes, em torres elevatórias e em embarcações.

A segunda etapa corresponde à interligação do sistema. Nesta etapa fios condutores são utilizados para interligar os diversos artefatos às mesas de disparo. Estas mesas podem ser interligadas a outras mesas

disparadoras, o que gera, conforme a programação elaborada, uma explosão de fogos em cadeia, de acordo com o intervalo de tempo previamente escolhido.

A terceira etapa se constitui no acionamento do sistema. Em local previamente selecionado, conforme o arranjo físico do show é instalada uma mesa disparadora da qual serão acionados os fogos de artifício ou mesas disparadas intermediárias, produzindo o efeito desejado. Esta mesa, para ser acionada é interligada a um sistema gerador de energia. Quando um interruptor da mesa é acionando, uma corrente elétrica é produzida e quando esta chega no artefato encontra uma resistência à sua passagem na carga pirotécnica (pólvora de impulso ou de retardo, conforme o tipo de dispositivo). Em função da resistência à passagem da corrente elétrica, o fio condutor no interior do artefato é aquecido produzindo energia calorífica suficiente para acionar o dispositivo e iniciar o processo de explosão. A Figura 3.11 mostra um esquema deste sistema de ignição onde se podem ver os fios condutores e o resistor (componente que aumenta a resistência elétrica de um circuito e que na figura é a parte desencapada dos fios condutores).

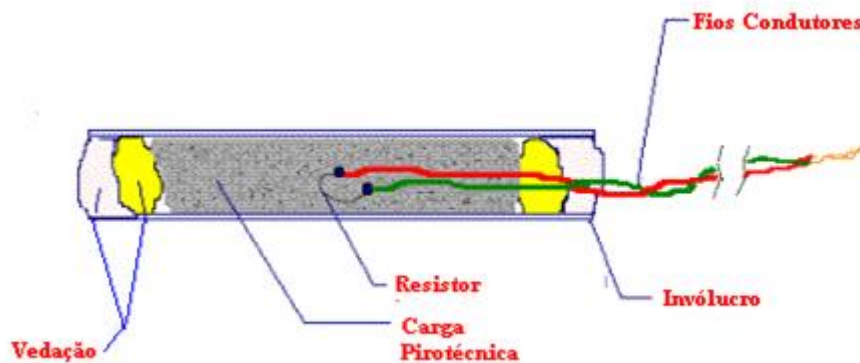


Figura 3.11 - Esquema de ignição de um artefato pirotécnico

Fonte:( <https://amofogos.blogspot.com.br/2011/02/ignitores-eletricos.html> )

A Figura 3.12 mostra um esquema do processo mais utilizado nos shows com fogos de artifício nos eventos investigados.

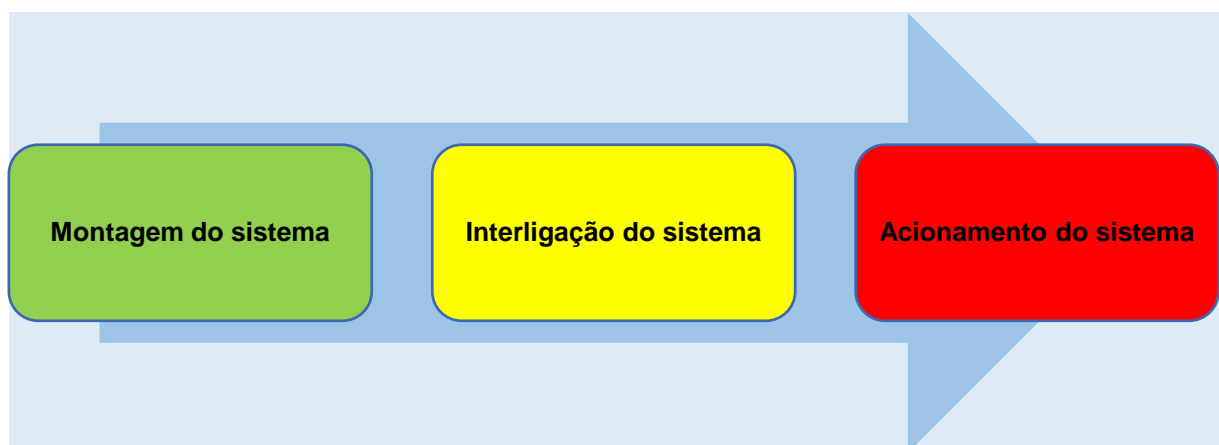


Figura 3.12 - Configuração mais utilizada na utilização de fogos de artifício em festas e romarias investigadas



Na Figura 3.13 se pode ver um operador, na etapa de montagem, inserindo uma balona em um tubo de lançamento e outro, na etapa de interligação, realizando a ligação entre os diversos tubos que foram preenchidos com balonas. O Sistema é devidamente envolvido na parte superior com folhas de alumínio cujo objetivo é a proteção contra fontes de ignição. Na parte inferior, à esquerda, pode-se ver uma mesa disparadora intermediária, e no centro uma mesa disparadora que será utilizada para o acionamento de todo o sistema. Nela se pode verificar uma antena que possibilita, caso necessário, um afastamento ainda maior do operador que irá acionar o sistema por um controle remoto.

Na parte inferior direita se pode ver outra mesa disparadora ligada aos cabos de energia que irão alimentar o sistema propiciando o acionamento do sistema.



Figura 3.13 - Montagem, interligação e acionamento do sistema

Fonte – Fotos do Autor

Em outro processo utilizado muito raramente, não ocorrem interligações entre os diversos artefatos pirotécnicos e o acionamento é realizado manualmente conforme se pode ver na Figura 3.14. Um ou mais profissionais, com uma mecha acesa na mão, aciona cada artefato durante todo o período de duração do show.



Figura 3.14 - Processo de acionamento manual sem interligação dos artefatos pirotécnicos

Fonte: Foto do autor

### 3.5.2. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE FOGO DE ARTIFÍCIO

Durante a avaliação do ruído oriundo do fogo de artifício adotou-se como local de posicionamento do instrumento aquele em que a população estivesse mais próxima do local das explosões, e não o local onde a presença de pessoas fosse maior. Assim, por exemplo, em Bragança, a população, em sua maioria encontrava-se no pátio de eventos, a cerca de 500m (estimada no Google Earth) do local das explosões. Todavia uma parte da população preferiu ficar próximo ao local onde ocorriam as explosões. Sendo este o local de maior intensidade de ruído, optou-se por posicionar o equipamento próximo ao ouvido de uma pessoa exposta.

A Figura 3.15 mostra um esquema demonstrando a metodologia adotada.



Figura 3.15 - Metodologia de avaliação do ruído ambiental produzido por fogos de artifício

Durante a avaliação o instrumento foi posicionado próximo à orelha de um voluntário e ficou ligado durante todo o tempo de duração das explosões. A Figura 3.16 mostra, no lado esquerdo o local de maior presença da população e no lado direito o local de posicionamento do equipamento.



Figura 3.16 - Local com maior concentração de pessoas e local de avaliação (maior intensidade de exposição) - Festa do Concelho de Bragança  
Fonte- Fotos do autor



Os indicadores de ruído ambiental avaliados para fogo de artifício foram o  $L_{Aeq, imp}$ ,  $L_{Amax, imp}$ ,  $L_{Amin, imp}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$  (impulso) e o  $L_{Cpico}$ .

No caso de exposição ocupacional, uma vez que não foi permitido posicionar nenhum equipamento junto aos operadores, os resultados para estes profissionais, bem como os de bombeiros voluntários que sempre estão presentes na zona de fogo, servem como um bom indicativo para intensidade mínima de exposição. Merece ainda registar que sempre se verificou no local de avaliação, a presença de policiais e alguns feirantes. Após a recolha de dados, foi realizada a estatística descritiva dos resultados encontrados e os valores para o ruído ambiental e ocupacional foram comparados com os padrões normativos e recomendações europeias e da OMS.

Com o objetivo de realizar inferências estatísticas testes de hipóteses foram realizados conforme descritos abaixo. Antes da realização dos mesmos, foi verificado para cada um a condição de normalidade.

- Se existe diferença de intensidade de exposição ao ruído ambiental entre shows piromusicais e não piromusicais;
- Se a intensidade do ruído ambiental ultrapassa, na população, os valores recomendados pela OMS
- Se a intensidade do ruído ambiental ultrapassa, na população, os valores estabelecidos pela PSP e UE.

### 3.5.3. AVALIAÇÃO DE RUÍDO AMBIENTAL PRODUZIDO POR BRINQUEDOS DE PARQUE DE DIVERSÕES EM FESTAS E ROMARIAS DE PORTUGAL

Durante a fase exploratória desta pesquisa se pode observar em relação aos parques de diversões as seguintes questões que foram determinantes para a investigação do fenómeno acústico de interesse:

- As principais fontes de ruído dos brinquedos são os sistemas de som, atritos entre brinquedos móveis e os respectivos trilhos, sistemas hidráulicos de alguns modelos, sirenes, buzinas e gritos dos usuários;
- Ao ruído produzido pelos parques, em alguns casos, são superpostos por ruído produzido por eventos musicais e o de origem da explosão de fogos de artifício;
- Os parques, em alguns casos possuem um local para brinquedos infantis e outro para equipamentos destinados aos jovens e adultos. Nos demais, devido ao espaço físico ficam mais o menos na mesma área;
- O ruído no local destinados para jovens e adultos apresentava-se, de um modo geral, mais intenso do que o produzido no local destinado às crianças;
- Alguns operadores de brinquedos infantis somente utilizam equipamentos de som para, caso se faça necessário, avisar que vai parar o equipamento, quando por exemplo, uma criança, por qualquer motivo começa a chorar. Estes evitam a utilização de som no ambiente por que segundo eles o ruído produzido pelas músicas, somadas à sirenes de equipamentos, tiram sua concentração quando precisam estar atentos às crianças;
- Os equipamentos pertencem a pessoas físicas e não a pessoas jurídicas e os mesmos proprietários se deslocam para eventos diferentes;
- De um modo geral os operadores dos equipamentos se posicionam em uma cabina isolada em todos os lados com uma pequena abertura na frente onde se faz o pagamento da entrada pelo usuário e o acionamento do equipamento. Entretanto, na maioria de equipamentos com sistemas hidráulicos, que são giratórios e com nível de risco de queda mais elevado, sempre se verificou um operador para finalizar a fixação do sistema de segurança. Este sempre está exposto a níveis de ruídos diferentes de quem está na cabine de comando, que de certa forma isola o trabalhador do ruído muitas vezes intenso produzido pelas colunas de som;

- Foi possível conhecer os diversos tipos de equipamentos utilizados neste tipo de eventos;
- Mesmo com autorização da comissão de festa, em alguns casos os proprietários dos equipamentos não aceitavam a avaliação o que diminuiu a quantidade de brinquedos avaliados. Esta se atitude verificou várias vezes durante a recolha destes dados para esta investigação. Em alguns casos o operador reduzia a intensidade do ruído reduzindo o volume do equipamento de som, visando impedir a avaliação;

Diante desta realidade as seguintes medidas foram adotadas visando a recolha de dados desta investigação:

- Não realizar avaliação de ruído ocupacional;
- Desconsiderar resultados que se mostraram inconsistentes em função da redução do volume do som pelo dono ou operador do equipamento enquanto se realizava avaliação;
- Sempre que não se conseguia a autorização da comissão de festa por dificuldades de comunicação, procurou-se a autorização diretamente com o proprietário ou com a autoridade policial presente;
- Embora esta investigação tenha ocorrido em lugares públicos, a simples negativa do proprietário do equipamento ensejou a não avaliação do mesmo.

De todos as três condições de avaliação de ruído a fim de atingir os objetivos desta tese, esta foi a mais difícil de se realizar e em alguns casos gerou-se tensão entre os proprietários e o pesquisador, que mesmo após a explicação dos objetivos da pesquisa, não obteve sucesso.

Quando foi possível a realização da avaliação, o equipamento foi posicionado a 1m do brinquedo e mais próximo do local de maior intensidade de exposição ao ruído. O tempo de avaliação correspondeu à duração de um ciclo, ou seja, o período compreendido entre o acionamento inicial do brinquedo até a paralização do mesmo pelo operador.

A Figura 3.17 mostra um local de avaliação em um brinquedo infantil conhecido como Dragon, cujas fontes principais de ruído são as produzidas pelo sistema de som, atrito entre os trilhos e gritos das crianças.



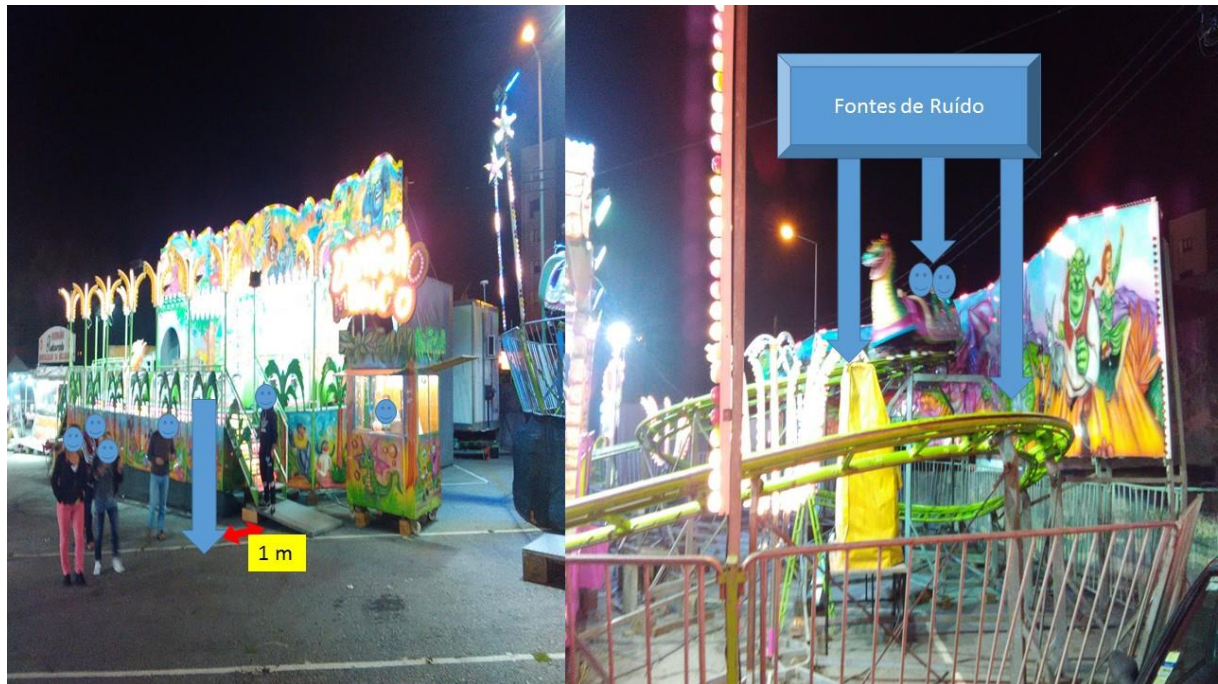


Figura 3.17 - Local de avaliação de ruído ambiental de brinquedos e suas fontes  
Fonte – Fotos do autor

Após a recolha de dados, foi realizada a estatística descritiva dos resultados encontrados e os valores para o ruído ambiental foram comparados com os indicadores de ruído ambiental da OMS. O indicador de ruído utilizado foi o  $L_{Amax}$ . Quando este valor ultrapassou 110 dB(A) foi realizado uma análise de espectro do ruído produzido, conforme recomenda a OMS.

Com o objetivo de realizar inferências estatísticas testes de hipóteses foram realizados para verificar:

- Se a intensidade do ruído ambiental ultrapassa, na população, os valores recomendados pela OMS.
- Se existe diferença entre parques que utilizam fontes sonoras e os que não utilizam fontes sonoras.

#### 3.5.4. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTAL E OCUPACIONAL PRODUZIDO EM EVENTOS MUSICAIS DE FESTAS E ROMARIAS DE PORTUGAL

Os eventos musicais avaliados nesta pesquisa foram os encontrados nos 20 locais investigados conforme a Figura 3.18:

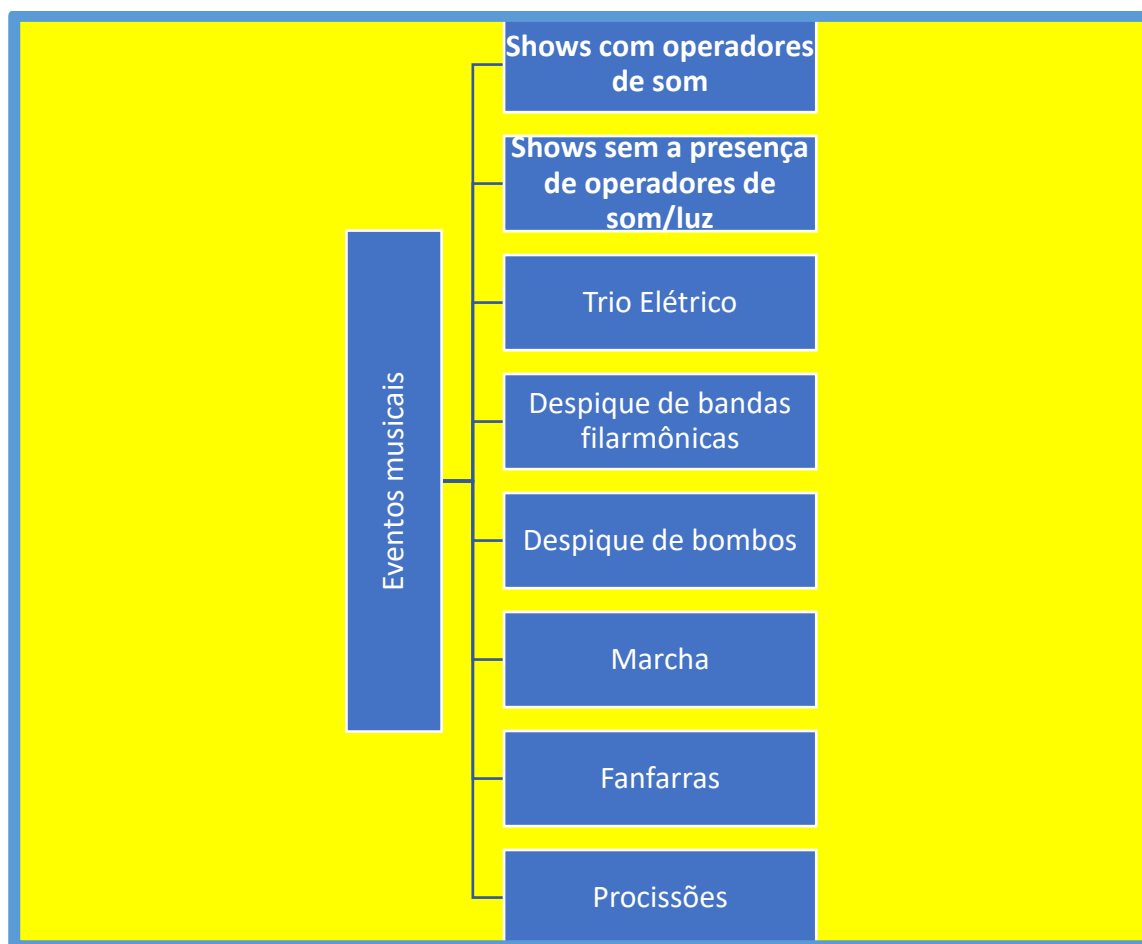


Figura 3.18 - Eventos musicais avaliados nesta pesquisa

Os indicadores de ruído avaliados nestes eventos estão indicados na Tabela 3.6 a seguir.

Tabela 3.6 - Indicadores de ruído ambiental e ocupacionais avaliados em Eventos musicais

<b>RUÍDO AMBIENTAL</b>	<b>RUÍDO OCUPACIONAL Operador de som/luz</b>
$L_{Aeq}$	$L_{EX,8h}$
$L_{Amax}$	$L_{Cpico}$
$L_{Amin}$	
$L_{A90}, L_{A50}, L_{A10}$	

#### 3.5.4.1. Avaliação do ruído ambiental em shows com operadores de som/luz

Nestes eventos, dois pontos foram avaliados. O de maior intensidade de exposição, ou seja onde as pessoas ficavam mais próximas do palco, e o de menor intensidade de exposição ao ruído, onde as pessoas ficavam mais afastadas do palco. A Figura 3.19 mostra uma visão panorâmica de um show onde se pode ver estes locais assinalados com setas amarelas. O instrumento foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário e o tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que

ocorriam durante os shows e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto. Procurou-se sempre avaliar durante os momentos de maior intensidade, uma vez que, no mesmo show, em função do estilo musical apresentado, ocorriam variações significativas na intensidade do ruído. No caso da avaliação próxima ao palco, esta foi realizada a cerca de 2 metros do mesmo. Em relação ao ponto mais afastado, este foi escolhido levando em consideração o local em que o público ainda demonstrasse interesse pelo show apresentado. Quando  $L_{Amax}$  este valor ultrapassou 110 dB(A), uma análise de espectro do ruído foi realizada, conforme preconiza a OMS.



Figura 3.19 - Visão panorâmica de locais de avaliação de um show com operadores de som/luz

Fonte – Foto do autor

Após a recolha de dados, foi realizada a estatística descritiva dos resultados encontrados e os valores para o ruído ambiental foram comparados com os indicadores de ruído ambiental da OMS. Com o objetivo de realizar inferências estatísticas um teste de hipótese foi realizado para verificar se a intensidade do ruído ambiental ultrapassa, na população, os valores recomendados pela OMS.

#### 3.5.4.2. Avaliação do ruído ambiental em shows sem operadores de som/luz

Nestes eventos, foram avaliados os locais de maior intensidade de exposição, ou seja onde as pessoas ficavam mais próximas do palco. A Figura 3.20 mostra uma visão panorâmica de um show deste tipo, o Cantar ao Desafio, onde se pode ver este local assinalado com uma seta vermelha.

O instrumento foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário e o tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que ocorriam durante os shows e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto e no local de maior exposição. Procurou-se sempre avaliar durante os momentos de maior intensidade, uma vez que, no mesmo show, em função do estilo musical apresentado, ocorriam variações significativas na intensidade do ruído. Assim, resultados de menor intensidade foram descartados, uma vez que o valor mais relevante,  $L_{Amax}$ , deve ser o mais próximo da realidade em termos de intensidade

de exposição. Verificou-se ainda se o valor de  $L_{Amax}$  ultrapassou o valor de 110 dB(A) a fim de avaliar o espectro sonoro do ruído produzido pelos shows.



Figura 3.20 - Local de medição de show sem operador de som/luz

Fonte – Foto do autor

#### 3.5.4.3. Avaliação do ruído ambiental em despique de bandas filarmônicas

“Enquanto as armas pendiam ociosas na panóplia, era bem que ressoasse a LIRA mais frequente e inspirada.” (Pereira, 2014).

Latino Coelho

As bandas filarmônicas são consideradas a maior, mais antiga e mais extensa Associação Cultural de Portugal. Os primeiros registros da existência destas bandas no país datam do Século XVIII, por volta de 1722, a quase 300 anos atrás. Em toda a extensão do território, continente e ilhas, existem mais de 700 associações agrupadas na Confederação Musical Portuguesa (CMP). Predominantemente de raiz popular e profundamente embebidas nas comunidades, as Filarmónicas envolvem centenas de Escolas de Música, com milhares de alunos, sendo conhecidas como “Conservatórios do Povo” (D. Carvalho, 2009).

“Analisando os nomes destas associações, vemos várias palavras que nos comunicam os objectivos das Filarmónicas: Sociedades de Instrução ou ligadas à cultura, com maior abrangência, desde círculo de cultura musical a outras com este vocábulo libertador. Face à falta de instrução das populações, na sua maioria analfabeta, não só em Portugal como noutros países, eis que as pessoas criam meios de elevar os seus níveis culturais e de instrução, constituindo as Filarmónicas,



cumprindo uma nobre missão que os ditadores, os demagogos e os inquisidores nunca gostaram, nem gostam! Quanto mais o povo for ignorante, mais facilmente ele é manipulado.”

Rui Lopez

(D. Carvalho, 2009)

A presença deste tipo de apresentação nas festas e romarias, uma espécie de disputas entre duas bandas de cidades diferentes, constitui um momento gerador de harmonia e emoção para os ouvintes. Estas bandas musicais utilizam em suas apresentações instrumentos de sopro tais como flautas, clarinetes, trombones e saxofones bem como os de percussão.

A avaliação do ruído ambiental foi realizada no local de maior intensidade de exposição, ou seja onde as pessoas ficavam mais próximas do palco. A Figura 3.21 mostra uma visão panorâmica de um despique de banda, onde se pode ver o local de avaliação assinalado com uma seta verde. No lado esquerdo a configuração do evento foi organizada de modo que o despique ocorresse em dois palcos diferentes, um em frente ao outro. As demais configurações, lado direito da Figura 3.21, coloca no mesmo palco duas bandas, uma ao lado da outra.

Durante a avaliação, o instrumento foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário e o tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que ocorriam durante os shows e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto. No caso de despique mostrado no lado direito da Figura 3.21, avaliou-se nas extremidades e no centro, nos locais onde haviam pessoas. Assim, resultados de menor intensidade foram descartados, uma vez que o valor mais relevante,  $L_{Amax}$ , deve ser o mais próximo da realidade em termos de intensidade de exposição. Verificou-se ainda se o valor de  $L_{Amax}$  ultrapassou o valor de 110 dB(A) a fim de avaliar o espectro sonoro do ruído produzido pelos shows.

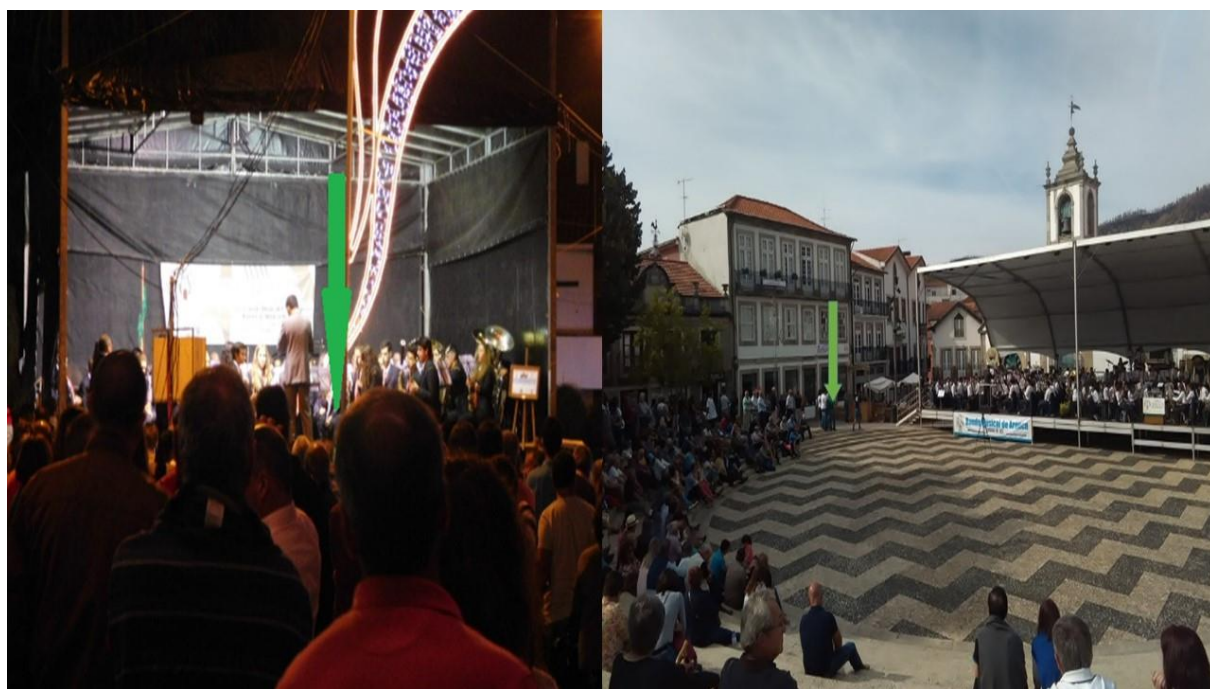


Figura 3.21 - Configurações de despique de bandas musicais e locais de avaliação (Valongo a esquerda e Arouca a direita)

Fonte: Fotos o autor

#### 3.5.4.4. Avaliação do ruído ambiental em despiques de bombos

Despique de bombos ocorrem em algumas festas mais antigas e tradicionais de Portugal e se constitui de um desfile, com posterior encontro em um determinado local, onde ocorre uma espécie de disputa na presença da população. Este local (Figura 3.22) pode ser uma rua, praça ou os corredores laterais e frente de uma igreja. Em alguns casos são acompanhados por bonecos conhecidos como Zé Pereiras.

Nestes eventos, o ruído foi avaliado no momento em que ocorria a parada para a disputa entre os diversos blocos e o instrumento foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário e o tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que ocorriam durante os despiques e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto. Quando o valor do  $L_{Amax}$ , ultrapassou 110 dB(A), uma análise de espectro do ruído foi realizada, conforme preconiza a OMS.



Figura 3.22 - Despique de bombos e indicação de local de avaliação do ruído ambiental— Festa da Senhora da Agonia – Viana do Castelo

Fonte: Foto do autor

#### 3.5.4.5. Avaliação do ruído ambiental em marchas

As marchas se caracterizam como desfiles onde se pode observar, conforme a organização do evento e cultura da cidade, a presença de vários carros alegóricos, de militares e pessoas montadas em cavalos, apresentação de coriografias as mais variadas, danças, desfiles de bombos, carnaval brasileiro, fanfarras e ainda apresentações com críticas a políticos e acontecimentos internacionais. Na avaliação deste evento, o equipamento, mais uma vez foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário mais perto possível das fontes de ruído e permaneceu ligado durante todo o tempo da marcha. A Figura 3.23 mostra o local de avaliação durante a passagem de uma marcha. Após a recolha de dados, os resultados de  $L_{Amax}$  foram comparados com os padrões da OMS e verificado se os mesmos ultrapassaram o valor de 110 dB(A) a fim de realizar estudo da análise de espectro.

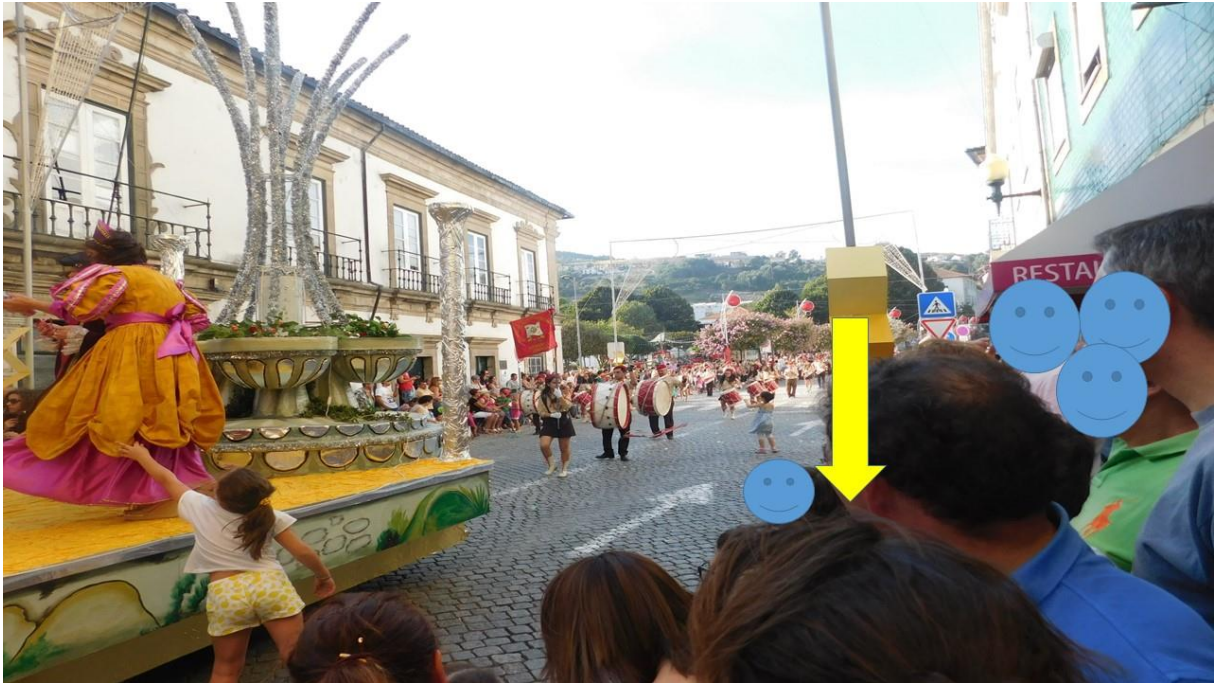


Figura 3.23 - Local de avaliação do ruído produzido durante as marchas-(Lamego)

Fonte: Foto do autor

#### 3.5.4.6. Avaliação do ruído ambiental em fanfarras

As fanfarras (Figura 3.24) fazem parte das atividades de algumas festas e romarias como mais uma forma de atração para a população. As apresentações ocorrem de modo isolado e ainda durante as marchas e procissões.

Neste contexto foi realizada a avaliação do ruído ambiental durante o momento das apresentações isoladas uma vez que o ruído das marchas e procissões foi avaliado considerando o evento como um todo. O instrumento foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário e o tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que ocorriam durante a apresentação e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto. Os valores de  $L_{Amax}$  obtidos foram comparados com os recomendados pela OMS e verificado se os mesmos ultrapassaram o valor de 110 dB(A) a fim de realizar estudo da análise de espectro.



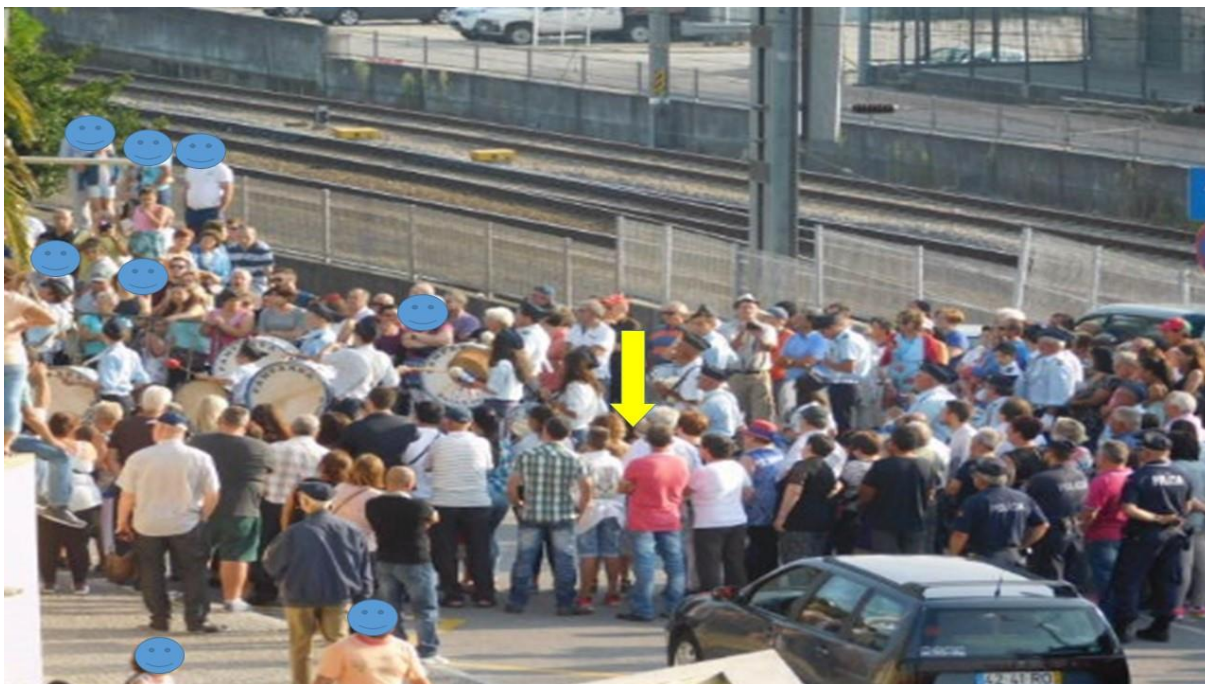


Figura 3.24 - Avaliação do ruído ambiental em fanfarras  
Fonte – Foto do autor – Fanfarra dos Escuteiros – Valongo- Ermesinde

#### 3.5.4.7. Avaliação do ruído ambiental em procissões

As procissões são o ponto alto das manifestações religiosas e da fé das pessoas durante as festas e romarias populares. Do ponto de vista acústico são acompanhadas por bandas filarmônicas e fanfarras. As fanfarras, de um modo geral seguem à frente ou no meio da procissão, enquanto as bandas musicais seguem ao meio ou final do evento.

Na avaliação deste evento, o equipamento, mais uma vez foi posicionado próximo ao ouvido de um voluntário mais perto possível das fontes de ruído e permaneceu ligado durante todo o tempo da procissão. A Figura 3.25 abaixo mostra o local de avaliação durante a passagem de uma marcha. Após a recolha de dados, os resultados de  $L_{Amax}$  foram comparados com os padrões da OMS e verificado se os mesmos ultrapassaram o valor de 110 dB(A) a fim de realizar estudo da análise de espectro.





Figura 3.25 - Avaliação do ruído ambiental em procissões  
Fonte – Foto do autor – Procissão Senhora da Boa Viagem - Aguçadoura

#### 3.5.4.8. Avaliação do ruído ocupacional de operadores de som em eventos musicais de festas e romarias populares

A presença de operadores de som e de luz fazem parte dos shows para o público onde se pode verificar que os mesmos estão expostos ao ruído de variados estilos musicais, tais como o fado, o folclore português, bandas de rock, sons de DJ, música popular portuguesa, bandas de música brasileira estilo “axémusic” e sertanejo entre outros. Estes profissionais muitas vezes trabalham como autônomos, prestando serviços esporádicos a empresas que são contratadas pelas Câmaras Municipais ou Comissões de Festas.

Para o melhor desempenho de suas funções, os operadores de som necessitam de uma audição adequada ao exercício da profissão uma vez que identificar e separar cada voz e instrumento em meio a vários outros faz parte de sua rotina profissional. Existe ainda a necessidade de conhecer cada estilo musical e suas características sonoras.

A avaliação do ruído ocupacional foi realizada posicionando o instrumento próximo ao ouvido dos operadores de som que executa suas funções operando uma mesa de som conforme pode ser visto na Figura 3.26. O tempo de avaliação foi o suficiente para englobar as variações de ruído que ocorriam durante a apresentação e ficou em torno de 5 minutos em cada ponto. Os resultados foram comparados com os valores de referência estabelecidas pela legislação em vigor e testes de hipóteses foram realizados com os objetivos de verificar se:

- Se a média dos valores de ruído contínuo, na população, ultrapassa os valores limites normativos;
- Se a média do ruído de pico ultrapassa, na população, o valores limites normativos.



Figura 3.26 - Operadores de som em show operando mesas de som ao lado de operadores de mesa de luz  
Fonte – Foto do autor

### 3.6. OE3 – ELABORAÇÃO DE UM GUIA PARA AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES, CONSIDERANDO O AGENTE AMBIENTAL RUÍDO

Visando atingir este objetivo levando em consideração o ruído produzido nestes eventos, a metodologia adotada seguiu as etapas descritas no esquema apresentado na Figura 3.27:

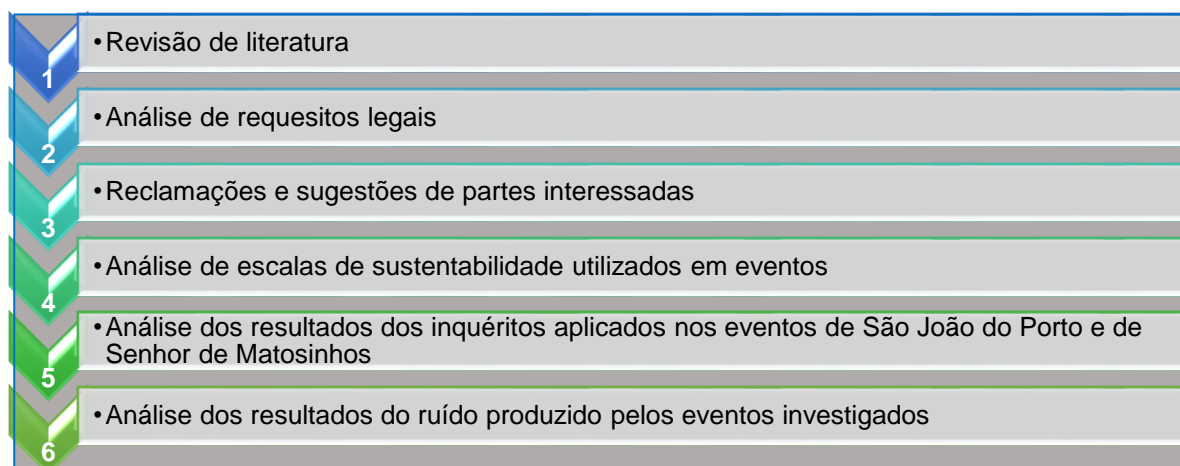


Figura 3.27 - Metodologia para desenvolvimento de uma escala de sustentabilidade para eventos considerando o agente físico ruído

Com base nesta metodologia se definiu os indicadores para a elaboração do guia de avaliação de sustentabilidade de festas e romarias populares. Assim, estes indicadores foram escolhidos conforme abaixo:

- ✚ Indicadores de ruído estabelecidos no padrão normativo de Portugal relacionados com o tema;
- ✚ Indicadores de ruído estabelecidos pela OMS;
- ✚ Requisitos legais aplicáveis a festas e romarias populares relacionadas ao ruído;
- ✚ Indicadores que possam atender a preservação da saúde e qualidade de vida do público, trabalhadores em geral e população do entorno dos eventos;

Para cada indicador, foi estabelecido uma unidade de medida, metas, metodologia de avaliação e periodicidade de avaliação. A base conceitual para a elaboração deste indicadores foi a metodologia da OCDE abordada na revisão de literatura desta tese.

### 3.7. OE4 – MELHORES PRÁTICAS DE MEDIDAS DE CONTROLE DO RUÍDO DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES

Medidas de controle de exposição a riscos ocupacionais podem seguir a hierarquia de controle proposta pela National Institute for Occupational Safety and Health, conforme a Figura 3.28. Nesta tese, este modelo foi amplificado para o controle de riscos ambientais, no caso o ruído, considerando os mais variados tipos de eventos que foram analisados, buscando, quando possível apresentar soluções de menor custo e mais eficientes conforme o modelo NIOSH.



Figura 3.28 - Hierarquia de controle de riscos ocupacionais da NIOSH

Fonte: Adaptado de ( <https://www.cdc.gov/niosh/topics/hierarchy/> )

Todavia, esta hierarquia de controle de riscos proposta pela NIOSH constituiu-se a primeira etapa para a seleção das melhores práticas de controle de ruído em festas e romarias populares. Nesta seleção, uma série de outras medidas podem ser adotadas nos eventos de interesse conforme se pode verificar a estratégia adotada pelo autor objetivando garantir a sustentabilidade dos eventos conforme se verifica na Figura 3.29.

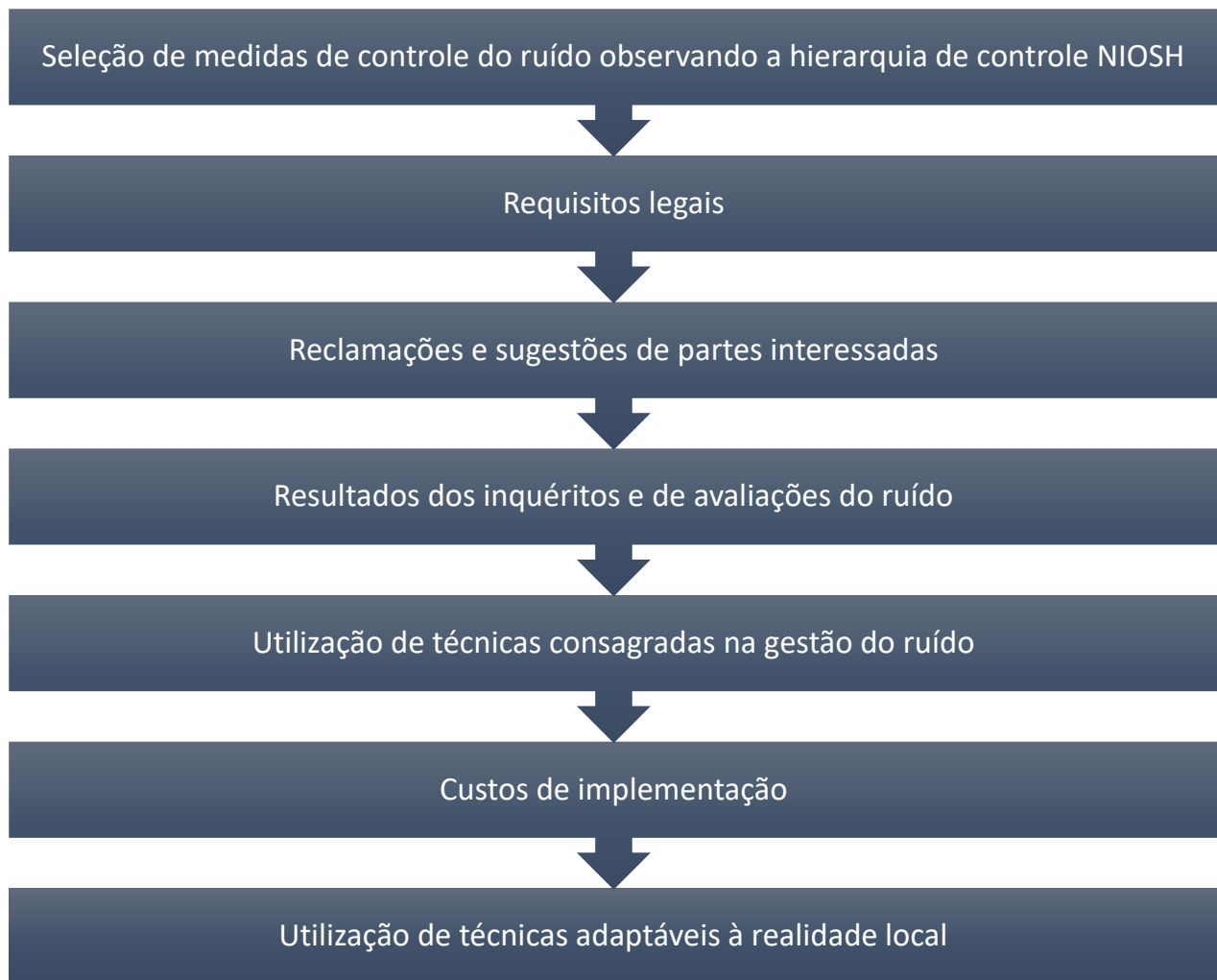


Figura 3.29 - Metodologia para seleção de medidas de gestão do ruído produzido nos eventos de interesse

## **4.**

# **CARACTERIZAÇÃO DOS EVENTOS INVESTIGADOS QUE FORAM AVALIADOS**

### **4.1. INTRODUÇÃO**

O presente capítulo tem por objetivo caracterizar todos os eventos que foram considerados como válidos. Nesta investigação.

Os eventos são descritos em ordem alfabética por Distritos visitados. Cada Distrito e concelhos nos quais os eventos foram avaliados, uma breve caracterização do ponto de vista econômico, demográfico e localização foi realizada.

Neste contexto, os eventos foram caracterizados do ponto de vista da sua importância, seja como manifestação da fé de seu povo, atração turística, capacidade indutora de captação de recursos, suas tradições, gastronomia, interação com a cultura musical de outros povos, entre outros.

Pode-se verificar através das imagens do autor e com o apoio do Google Earth ("Google Earth,"), as principais áreas de recolha de dados, embora nem sempre limitadas ao mostrado nas figuras. Muitas vezes o autor precisou se deslocar por diversos locais nos concelhos a fim de poder compreender melhor o evento e localizar as fontes de ruídos de interesse.

Neste capítulo se pode verificar ainda imagens que mostram os pontos de interesse desta pesquisa. Ou seja, locais de instalação de fogos de artifício, brinquedos e eventos musicais.

### **4.2. DISTRITO DE AVEIRO**

O distrito de Aveiro possui 19 concelhos e encontra-se dividido entre a Região do Norte e a Região Centro do país. Pertencem à Região do Norte os concelhos integrados na Área Metropolitana do Porto, Castelo de Paiva, parte da sub-região do Tâmega e Sousa. À Região Centro pertencem os restantes dos concelhos, incluídos na sub-região da Região de Aveiro, bem como a Mealhada, integrada na Região de Coimbra. Com uma forte densidade empresarial, possui um setor produtivo em que predomina o industrial, com numerosas empresas de referência em Portugal e muitas com forte vocação exportadora. Possui uma população aproximadamente de 714 mil pessoas, representando um crescimento de mais de 9% nas últimas duas décadas e colocando o Distrito com uma densidade populacional significativamente acima da média verificada em Portugal. Sua população em idade ativa é de aproximadamente de 56% e 26% possui idade inferior a 25 anos. Com um clima social estável e oferta de ensino técnico e científico

expandiu o seu potencial de empregabilidade o que faz da região um exemplo de desenvolvimento sustentado nos aspectos social, económico e empresarial ("Arouca: a câmara municipal," 2018; "Aveiro: a associação," 2018; "Porto: a associação," 2018).

#### 4.2.1. FESTA DO CONCELHO DE AROUCA OU FESTA DA COLHEITA - AROUCA

O concelho de Arouca, abrange uma área de 327 Km<sup>2</sup>, situa-se no extremo NE do distrito de Aveiro, a cerca de 60 km do Concelho de Porto e está integrado na NUT III do Entre Douro e Vouga, da região Norte de Portugal, juntamente com os concelhos de Sta. Maria da Feira, Oliveira de Azeméis e Vale de Cambra, e S. João da Madeira. Fazem fronteira com o seu território os municípios de S. Pedro do Sul, Castro Daire, Cinfães, Castelo de Paiva e Gondomar e ainda os referidos municípios de Sta. Maria da Feira, Oliveira de Azeméis e Vale de Cambra. A vila, sede do Concelho, tem cerca de 3.000 habitantes e está situada no extremo nascente do Vale de Arouca, a cerca de 60 Km da sede de distrito e 50 Km da cidade do Porto. O atual concelho de Arouca é composto por vinte freguesias e resultou de uma evolução que se processou ao longo de alguns séculos. A história de Arouca não pode dissociar-se da história do seu Mosteiro, erigido no século X. Foi à sua sombra e à sua volta que, durante muitos séculos, grande parte do povo arouquense viveu, trabalhou, se divertiu e cultivou a sua fé ("Arouca: a câmara municipal," 2018).

Embora Portugal tenha assumido uma posição neutra na Segunda Guerra Mundial, não deixou de sentir seus efeitos e a falta de cereais e consequentemente do pão entre outros alimentos, levou a população à privação. Neste período, com apoio do Grémio da Lavoura, surge a Feira da Colheita de Arouca, que teve início no ano de 1944. Procurou-se contornar a crise implementando medidas de fomento no que diz respeito à produção de cereais. Com o objetivo imediato de aumentar a produção, e com o apoio da Câmara Municipal de Arouca, a Feira das Colheitas iniciou com quatro concursos: Melhor Seara, Melhor Fruta, Melhor Adega e Melhor Linho. Foi também integrado na Feira o já criado Concurso da Raça Bovina Arouquesa, passando estes cinco concursos a ser o fundamento do certame ("Arouca: a câmara municipal," 2018).

A Figura 4.1 a seguir mostra alguns aspectos deste evento que reúne milhares de pessoas durante os dias de realização da Feira. No alto, esquerdo, podemos visualizar o Mosteiro de Arouca, ao lado direito, passeio ciclístico. Logo abaixo, cenas da feira e produtos da região tais como cebola, alho, salpicão e o aguardente elaborado a partir da fermentação da uva.





Figura 4.1 - Festa da Colheita – Arouca

Fonte: Fotos do autor

Na Figura 4.2 se pode ver as características do evento que demonstra que o mesmo atende o escopo desta tese, contendo as características de interesse. A área hachurada de azul corresponde à que foi pesquisada pelo autor para poder compreender melhor o fenômeno acústico de interesse, identificar os pontos de interesse e melhor caracterizar o evento. Em todos os eventos desta tese as áreas na cor azul possuem este significado, embora concelhos maiores exigiu do autor o reconhecimento do local em áreas ainda mais distantes e mais altas, como foi o caso das festas de Bragança, Guimarães, Porto e Viana de Castelo. Os locais onde estão marcados são os correspondentes a aqueles que foram avaliados. Quando o autor sentiu a necessidade de especificar melhor o local de avaliação, este foi informado nas figuras com as áreas azuis.

Na Figura 4.2 é possível verificar a preparação do fogo de artifício (parte superior direita) os sistemas de amplificação de som, (parte superior) que são utilizados para o evento piromusical. Na parte inferior, lado esquerdo, temos uma visão da área de brinquedos, que, neste evento é claramente dividida em lado infantil e lado adulto. Na parte superior temos um palanque onde ocorreu o despique de bandas, uma espécie de disputa entre bandas marciais. São eventos de muita harmonia musical e que encantam os ouvintes. Neste caso, a banda marcial de Arouca disputava com uma banda convidada. No caso dos outros eventos musicais, ainda foram verificados na festa, música andina e shows com a presença de operador de som.



Figura 4.2 - Características de interesse da pesquisa em Arouca  
Fonte: Fotos do autor e mapa da Google Earth ("Google Earth,")

#### 4.2.2. FESTA DO CONCELHO DE ESPINHO E EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DA AJUDA- ESPINHO

O Concelho de Espinho localiza-se na Região Norte, e é parte integrante do agrupamento de concelhos do Grande Porto, correspondente a uma NUT1 de ordem III, e da Grande Área Metropolitana do Porto (GAMP), distando a cidade de Espinho, cerca de 20 Km da sede do concelho do Porto ("Espinho: a câmara municipal," 2018; "Porto: a associação," 2018).

A história da formação da cidade de Espinho tem origem há mais de 200 anos, quando uma colônia formada por famílias de pescadores de Ovar, deslocou-se até o local conhecido como Espinho com o objetivo de sondar a fauna marinha, principalmente sardinha, a um tempo de larga utilização na indústria e na adubagem das terras, para além do seu uso alimentar. Necessitava-se de um lugar suficientemente próximo do Porto que permitisse colocar o pescado naquela cidade em boas condições de utilização, já que se desconheciam processos de conservação. A fixação da população em Espinho começou a fazer-se por volta do ano de 1776, após a chegada do Industrial Francês Jean Pierre Mijaule, que conhecia o processo da salmoura da sardinha, que permitia a sua conservação e venda durante a época baixa da pesca ("Espinho: a câmara municipal," 2018).

Espinho é hoje, uma cidade moderna, estância turística de alto nível que acolhe milhares de visitantes nacionais e estrangeiros ao longo do ano. Para isso concorreram duas razões fundamentais: em primeiro lugar, o facto da cidade possuir um dos melhores climas da Europa (baixa amplitude térmica: 23° C no Verão e 12°C no Inverno); em segundo lugar, a circunstância de ser uma concorrida zona de jogo, fator de atração turística e de desenvolvimento. Possui uma população pouco maior do que 30.000 pessoas, dos quais cerca de 48% são homens e 52% são mulheres. Neste contexto ocorre a festa em honra de N<sup>a</sup> Senhora da Ajuda, com duração em torno de 10 dias durante o mês de setembro de cada ano ("Espinho:



a câmara municipal," 2018; "Porto: a associação," 2018). Na Figura 4.3 é possível verificar a Igreja centenária de N<sup>a</sup> Senhora da Ajuda, cenas da preparação dos tapetes de flores, característica marcante da festa, e itens avaliados nesta tese, tais como show a céu aberto com o apoio de operadores de som, fogo de artifício, que neste caso foi piromusical e realizado a beira mar da cidade, um panorama do parque de diversões, com brinquedos infantis e para adultos.

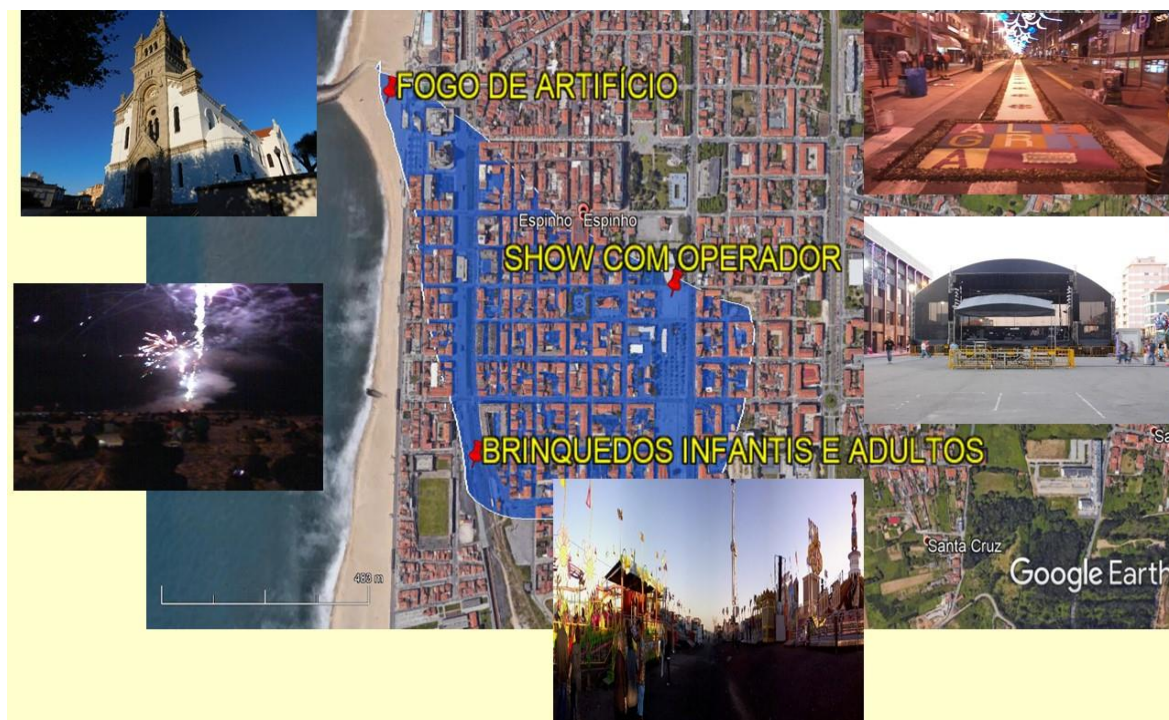


Figura 4.3 - Festa em honra de N<sup>a</sup> Senhora de Espinho  
Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.3. DISTRITO DE BRAGA

O distrito de Braga possui 14 concelhos e uma população de 848.185 habitantes. Na atual divisão principal do país, o distrito encontra-se integrado na região do Norte. No seu território existem duas sub-regiões, o Cávado, a norte, e o Ave, a sul onde se situa o concelho de Braga, sua sede. Limita-se ao norte com o distrito de Viana do Castelo, a leste com o distrito de Vila Real, a sul com o distrito do Porto e a oeste com o Oceano Atlântico. O território conjugado dos Ave e Cávado atinge os 2.491 Km<sup>2</sup>, representando 11,7% da superfície da região Norte e 2,7% da superfície do país ("Braga - Portugal: a associação," 2018).

O Vale do Ave é um dos territórios mais dinâmicos e industrializados do País, sendo que as indústrias têxteis e do vestuário representam cerca de 80% da estrutura produtiva deste território. Na sub-região do Cávado, os setores de atividade econômica mais importantes são o comércio por grosso e a retalho, as atividades imobiliárias e serviços prestados às empresas e a indústria transformadora. No ramo têxtil, o destaque fica para a cidade de Barcelos que concentra cerca de 73% de todas as indústrias deste tipo de atividade ("Braga - Portugal: a associação," 2018; "Guimarães: a associação," 2018).

#### 4.3.1. FESTA DO CONCELHO DE GUIMARÃES – GUALTERIANAS- GUIMARÃES

O concelho de Guimarães situa-se no distrito de Braga, zona norte de Portugal, representando uma área de 241,05 km<sup>2</sup> subdividida em 69 freguesias com cerca de 54.000 habitantes, situada a cerca de 57 km do concelho do Porto. Guimarães é uma cidade com importância histórica muito relevante para os portugueses pela sua relação com a independência de Portugal, sendo conhecida como "O Berço da Nação Portuguesa". Nela viveu aquele que viria a ser o primeiro Rei de Portugal e que governou o país até a sua morte. E foi ainda em Guimarães onde se travou a batalha de S. Mamede que garantiu a independência do Condado Portucalense. O Centro Histórico de Guimarães está classificado como Património Cultural da Humanidade desde 2001, menção representativa da sua singularidade. Em janeiro de 2011, o jornal The New York Times elegeu Guimarães como um dos 41 sítios do mundo a ser visitados. Em 2012 foi escolhida como Capital Europeia da Cultura Guimarães ("Guimarães: a associação," 2018; "New York Times Recomenda a cidade de Guimarães," 2011; "Porto: a associação," 2018).

Na Figura 4.4 se pode ver o Castelo de Guimarães a Igreja de N<sup>a</sup> Senhora da Consolação e Santos Passos e o Paço dos Duques, este último fotografado do teleférico da cidade em dia de muito calor, com temperaturas a volta de 38°C, o que gerou uma aparente distorção da imagem.

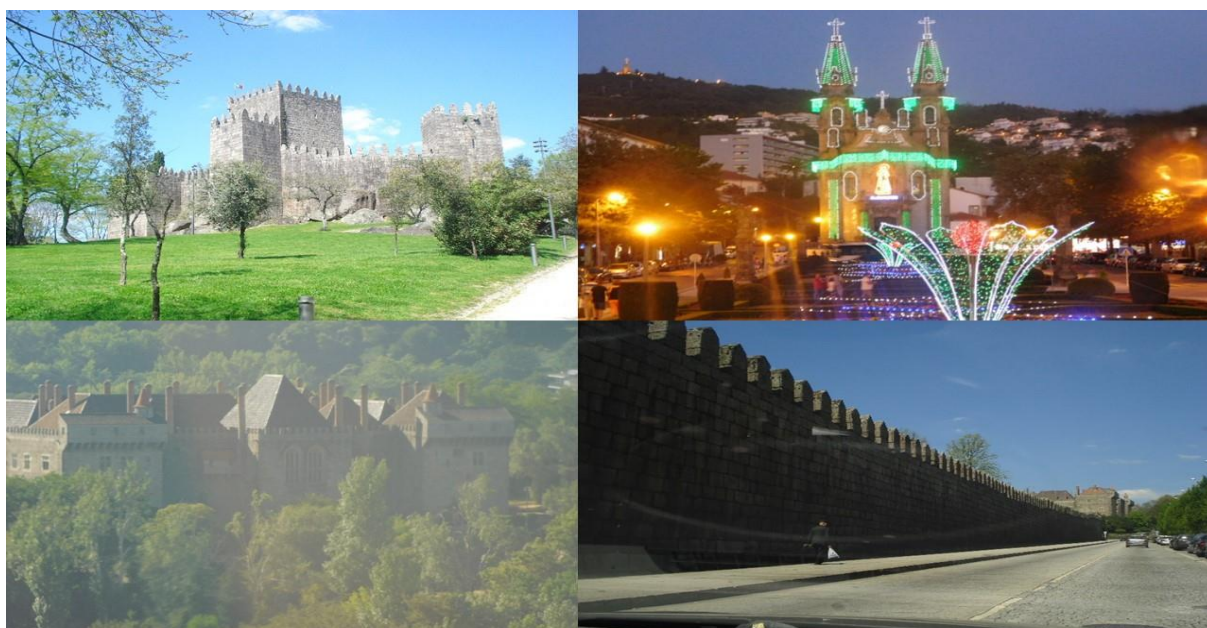


Figura 4.4 - Castelo de Guimarães, Igreja de "São Gualter" e Paço dos Duques

Fonte: Fotos do autor

Na Figura 4.5 se pode ver aspectos das Festas Gualterianas, celebradas em honra de São Gualter, realizadas desde 1906, sempre no primeiro fim de semana de agosto. Milhares de vimaranenses e visitantes marcam encontro na cidade onde nasceu Portugal para participarem nos diferentes números que fazem parte da festa: Cortejo do Linho, Batalha das Flores, Marcha Gualteriana, eventos musicais tais como shows com cantores regionais e internacionais, apresentação de cantar ao desafio, desfilio de bombos e ainda show piromusical, parques de diversão bem como comidas típicas portuguesas.





Figura 4.5 - Aspectos de interesse investigados na Festa Gualterianas

Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.4. DISTRITO DE BRAGANÇA

O distrito de Bragança está localizado do Norte de Portugal, na sub-região de Trás-os-Montes. Limita a norte e a leste com Espanha (províncias de Ourense, Zamora e Salamanca), a sul com o distrito da Guarda e com o distrito de Viseu e a oeste com o distrito de Vila Real. A sua área soma 6 608 km<sup>2</sup>, sendo assim o quinto maior distrito português, habitado por uma população de. A sede do distrito é a cidade de Bragança. As atividades agrícolas concentram cerca de 47% do emprego total da sub-região (o equivalente a 9% do emprego agrícola do País e a 23% do emprego agrícola da região Norte), seguidas pela Administração Pública, educação, comércio e retalho e indústria alimentar e bebidas. Chaves e Bragança concentram 41% das empresas com sede na sub-região, seguindo-se os municípios Mirandela (13%), Macedo de Cavaleiros (8%) e Valpaços (7%) ("Bragança: a câmara municipal," 2018; "Porto: a associação," 2018).

##### 4.4.1. FESTA DA CIDADE DE BRAGANÇA E EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DAS GRAÇAS- BRAGANÇA

O concelho de Bragança está localizado a cerca de 215 km da cidade do Porto, com 1.173,57 km<sup>2</sup> de área, e 35.341 habitantes e é subdividido em 39 freguesias ("Indicadores regionais ", 2018). Em 2012, Bragança foi considerada, num estudo da DECO, a sexta cidade com melhor qualidade de vida em Portugal, tendo obtido a maior classificação nos itens Habitação, Mobilidade, Ruído, Crime, Restaurantes, Supermercados e em Cultura, Lazer e Desporto ("Bragança: a câmara municipal," 2018).

A cada ano ocorre na cidade a festa de sua padroeira, N<sup>a</sup> Senhora das Graças. No ano de 2016 a cidade comemorou 100 anos e a festa decorreu entre os dias 11 a 22 de agosto.

Na Figura 4.6 se pode ver a torre do Castelo de Bragança, conhecida como Torre de Menagem. Construído no Século XIII por Fernão Mendes de Bragança II, cunhado de D. Afonso Henrique. Ainda

se pode ver uma vista da cidade do alto da torre, a Praça da Sé e o Teatro Municipal de Bragança. Na parte inferior da figura temos cenas da chega de bois, uma das atrações da festa.

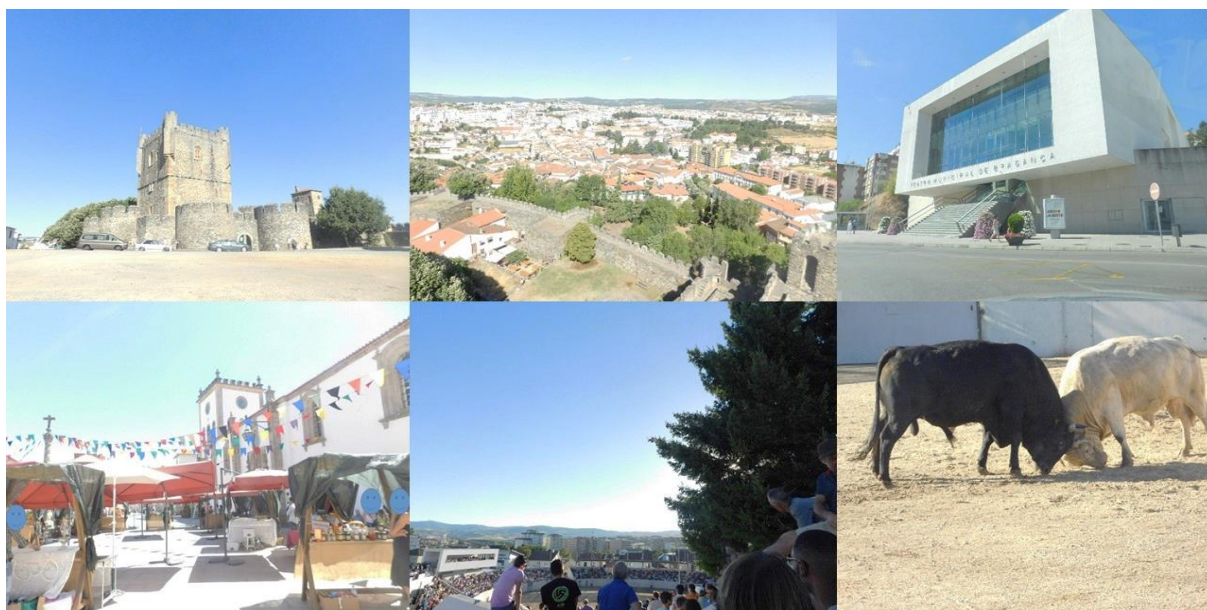


Figura 4.6 - Castelo de Bragança, Praça da Sé, Teatro de Bragança e chega de bois

Fonte: Fotos do autor

Na Figura 4.7 , pode-se ver aspectos de interesse investigados nesta tese, tais como o do local das explosões do fogo de artifício, onde se verifica um guindaste com uma torre com explosivos visando embelezar o show, que neste caso foi piromusical.



Figura 4.7 - Aspectos de interesse para investigação do fenômeno acústico

Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").



#### 4.5. DISTRITO DO PORTO

O distrito do Porto destaca-se no cenário nacional pelo seu potencial industrial, turístico e educacional. Possui o maior número de empresas do país nas áreas de fabricação de veículos automóveis, reboques e semirreboques (24.9%), de fabricação de máquinas e equipamentos (23.9%) e da indústria alimentares e das bebidas (16.6%) Em relação ao setor de turismo, possui o segundo maior número de empresas do país no ramo de alojamento e restauração, num total de 4.292 (14.9%) gerando cerca de 27.200 empregos diretos ("Porto: a associação," 2018).

Sua população total é de 2.027.191 habitantes e está distribuída em 18 municípios. Correspondente ao núcleo da província tradicional do Douro Litoral. Limita a norte com o distrito de Braga, a leste com o distrito de Vila Real, a sul com o distrito de Viseu e com o distrito de Aveiro e a oeste com o Oceano Atlântico ("Indicadores regionais ", 2018).

##### 4.5.1. FESTA DO CONCELHO DE GONDOMAR E EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DO ROSÁRIO SÃO COSME E SÃO DAMIÃO- GONDOMAR

O Concelho de Gondomar encontra-se a cerca de 17 km do centro do concelho do Porto e é conhecida como a capital da ourivesaria, sendo esta é principal atividade do Concelho.

Há mais de 300 anos, acontece, em outubro a mais importante manifestação popular do Concelho de Gondomar, denominada por Romaria de Nossa Senhora do Rosário, São Cosme e São Damião, que decorre na freguesia de Gondomar (S. Cosme) conhecida também como Festa das Nozes. Além de celebrar a época da colheita das nozes, o vinho doce faz parte da tradição desta festa ("Gondomar: a câmara municipal," 2017). Eventos musicais variados, show pirotécnico, parque de diversões, procissões fazem parte dos mais de 30 de festas na cidade como pode ser visto na figura 4.8.



Figura 4.8 - Festa do Concelho de Gondomar e exemplos de eventos de interesse acústico

Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.2. FESTA EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DA AJUDA – LOUSADA

O concelho de Lousada localiza-se no noroeste de Portugal – unidade natural definida pelo predomínio dos caracteres atlânticos, na região geográfica do Minho, estando situado no seio do distrito do Porto a cerca de 45 km do concelho de Porto ("Porto: a associação," 2018). Na freguesia de Nevogilde ocorre anualmente, no mês de agosto, a festa e romaria em honra de N<sup>a</sup> Senhora da Ajuda (Figura 4.9), a qual durante 04 dias, tem atraído pessoas de todo o distrito em função de atrações internacionais em sua programação. No evento avaliado tivemos a presença da cantora brasileira Paula Fernandez.

150



Figura 4.9 - Festa em honra de N<sup>a</sup> Senhora da Ajuda – Lousada-Nevogilde

Fonte: Fotos do autor e Google Earth. ("Google Earth,").

#### 4.5.3. FESTA DO CONCELHO DA MAIA E EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DO BOM DESPACHO- MAIA

O Concelho da Maia possui 135306 habitantes e se encontra a cerca de 10 km do concelho do Porto. Possui uma forte zona industrial e faz parte da rota dos vinhos verdes. No concelho está instalado o mais moderno aeroporto internacional de país e um parque de ciência e tecnologia, TECMAIA, com infraestrutura hospedeira de atividades inovadoras e de base tecnológica dos diversos sectores (indústria, comércio e serviços), que desenvolvam atividades não poluente. Anualmente ocorre a festa em honra de N<sup>a</sup> Senhora do Bom Despacho (Figura 4.10), atraindo milhares de pessoas da região. O culto a Nossa Senhora do Bom Despacho é multissecular e a primeira procissão de que há registro data de 1733 ("Maia: a câmara municipal," 2017; "Porto: a associação," 2018).





Figura 4.10 - Festa do Concelho da Maia e em honra de N<sup>a</sup> Senhora do Bom Despacho

Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.4. FESTA DA CIDADE DE MARCO DE CANAVESES E EM HONRA DE SANTA MARINHA- MARCO DE CANAVESES

“Não existe som mais espetacular do que o de uma bateria de escola de samba na época do Carnaval. Sempre mexeu comigo e faz o sangue correr mais rápido e mais quente nas minhas veias. A bateria de grupos de jazz não me toca a mínima.”  
("Pensador,").

Carmen Miranda

Este concelho, onde nasceu a célebre cantora Carmen Miranda, conhecida como a pequena notável entre os brasileiros ou Brazilian Bombshell (para os americanos), foi criado em 1852 por decreto de D. Maria II, por anexação dos concelhos de Benviver, Canaveses, Soalhães, Portocarreiro, parte dos de Gouveia e Santa Cruz de Riba Tâmega. A vila formada inicialmente, foi elevada a cidade em 1993("Marco de Canaveses: a câmara municipal,").

No concelho são realizadas muitas festas e romarias, destacando-se algumas que se realizam anualmente tais como Senhora do Castelinho (8 de setembro); Senhora da Livração (maio); Senhora do Socorro (último Domingo de Julho); São Sebastião (primeiro Domingo de Julho); Senhora da Ascensão (15 de agosto); e Festas da cidade em honra de Santa Marinha (julho) ("Marco de Canaveses: a câmara municipal,").

Esta última, objeto de estudo desta tese, ocorreu de 07 a 16 de julho de 2017, quando o autor esteve presente por dois dias no evento. A Figura 4.11 mostra os pontos de avaliação e imagens da cidade e do evento. Nestas imagens se pode ver o busto de Carmem Miranda em frente ao Museu Municipal de Marco de Canaveses, que leva homenagem a sua ilustre cidadã. O show com operador de som/luz é



realizado sobre uma plataforma instalada nas margens do Rio Tâmega. O show com fogo de artifício tem sua carga instalada em embarcações localizadas no leito do rio.



Figura 4.11 - Festa da cidade e em honra de Santa Marinha – Marco de Canaveses

Fonte: Fotos do autor e mapa Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.5. FESTA DO CONCELHO EM HONRA DO SENHOR DE MATOSINHOS - MATOSINHOS

O Concelho de Matosinhos é limitado a norte pelo município de Vila do Conde, a nordeste pela Maia, a sul pelo Porto e a oeste tem costa no oceano Atlântico. Possui 03 freguesias e uma população de 175.478 habitantes. Neste concelho está situado o Porto de Leixões, a maior infraestrutura portuária da Região Norte de Portugal e uma das mais importantes do País. Com 5 quilómetros de cais representa 25% do comércio internacional português e movimenta cerca de 14 milhões de toneladas de mercadorias por ano ("Indicadores regionais", 2018; "Matosinhos: a câmara municipal," 2017).

Anualmente ocorre, durante três semanas no mês de maio, a Festa em honra do Senhor de Matosinhos. Este é o maior evento do concelho, existindo a cerca de 600 anos atraindo atualmente um milhão de pessoas. Durante o evento ocorrem várias atrações que buscam preservar a cultura e a fé do povo português. Fogos de artifício de bonecos e pirotécnicos, shows com música folclórica, artesanato, comidas típicas e eventos religiosos fazem deste evento um dos maiores do norte de Portugal ("Matosinhos: a câmara municipal," 2017). A Figura 4.12 mostra alguns aspectos da festa de interesse desta pesquisa.



Figura 4.12 - Festa em honra de Senhor de Matosinhos  
 Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.6. FESTA EM HONRA DOS MÁRTIRES DE SANTA EULÁLIA E SÃO SEBASTIÃO- PAREDES-SOBROSA

O concelho de Paredes fica a cerca de 32 km do concelho do Porto, possuindo uma população em torno de 86.000 habitantes. Integra uma das regiões paisagisticamente mais interessantes de Portugal, o Vale do Sousa. Possui uma forte tradição industrial, onde predomina o setor da madeira responsável por cerca de 60% da produção do mobiliário português. Está dividido em 18 freguesias, uma delas a de Sobrosa ("Indicadores regionais ", 2018).

O principal evento festivo é a Festa da Cidade que ocorre no terceiro fim-de-semana do mês de julho, organizado pela Associação Abraçar Paredes com apoio do município de Paredes. Este evento não foi investigado em função, como já explicado anteriormente, de coincidir o dia do show de fogo de artifício com o do concelho de Marco de Canaveses. Assim, graças ao apoio da comissão de festa da Vila de Sobrosa, realizamos nossa coleta de dados na festa em honra dos Mártires de Santa Eulália e São Sebastião. A Figura 4.13 mostra os aspectos de interesse desta tese que foram avaliados pelo autor.





Figura 4.13 - Festa em Honra dos Mártires de Santa Eulária e São Sebastião- Paredes

Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.7. FESTA EM HONRA DE NOSSA SENHORA DO ROSÁRIO - FESTA DA SOPA SECA. PENAFIEL

A festa em honra de Nossa Senhora do Rosário, mais conhecida como Festa da Sopa Seca ocorre no município de Penafiel a cerca de 40 km do concelho do Porto. A festa da Sopa Seca ocorre na freguesia de Duas Igrejas durante três dias no mês de outubro. A sopa seca é um doce típico, que era considerada em tempos antigos uma "sobremesa dos pobres". Feita com pão de trigo do dia anterior, água com limão e canela e mel é também acompanhada com um copo de vinho doce. A Figura 4.14 mostra a igreja de N<sup>a</sup> Senhora do Rosário, a sopa seca e características de interesse acústico desta pesquisa.



Figura 4.14 - Festa em honra de Nossa Senhora do Rosário - Festa da Sopa Seca. Fonte: Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,")

#### 4.5.8. FESTA DE SÃO JOÃO - PORTO

O concelho do Porto é considerado o segundo mais importante do país. É conhecido mundialmente pelo vinho que leva o seu nome, o qual é considerado um dos mais clássicos do género. Embora viessem da região do Alto Douro, no interior montanhoso a cerca de 80 quilómetros de distância da costa, os vinhos adotaram o nome da cidade de onde foram exportados inicialmente, tornando-se conhecidos como "vinho do Porto" (Gastal, 2013; Matias, 2017).

O município, com 41,42 km<sup>2</sup> de área, tem uma população de 237 591 habitantes dentro dos seus limites administrativos, sendo subdividido em sete freguesias ("Indicadores regionais", 2018). É a cidade que deu o nome a Portugal – desde muito cedo (200 a.C.), quando se designava de *Portus Cale*, vindo mais tarde a tornar-se a capital do Condado Portucalense, de onde se formou Portugal. Foi nesta cidade que nasceu em 1394, o Infante Dom Henrique de Avis, a mais importante figura do início da era das descobertas, popularmente conhecido como Infante de Sagres ou O Navegador. O Infante D. Henrique “*derrubou a parede do mar*” e conduziu Portugal ao encontro de oceanos e de culturas, fechando de vez a porta à idade medieval ("Programa São João do Porto 2017," 2017).

A cidade do Porto tem como padroeira a nossa Sr.<sup>a</sup> da Vandoma, também conhecida por Nossa Sr.<sup>a</sup> do Porto. A devoção da cidade a esta santa prende-se a um episódio no longínquo século X, quando uma armada proveniente de Gasconha (França), comandada por um nobre português, expulsou os mouros que ocupavam o Porto.

Todavia, a principal festa da cidade é a em honra de São João. Em Portugal, a cidade do Porto destaca-se nacionalmente pelos festejos de São João. Nela, a primeira menção à festa data de 1384, na Crônica de D. João I, de autoria de Fernão Lopes, que relata a entrada do rei na cidade, justo no dia dos festejos, dizendo que “*moradores daquela cidade costumam fazer grande festa*” a véspera do dia do Santo. Em que pese carregar o nome do Santo católico, no São João do Porto o lado pagão das comemorações tem sido mais expressivo do que o religioso, levando a um envolvimento total dos cidadãos nos festejos.



Estes marcam a noite de 23 para 24 de junho, mas hoje não se restringem a ela, pois ações da municipalidade, em especial do PortoLazer e do Departamento de Turismo locais promovem o calendário de eventos ‘São João do Porto’ entre a última semana de junho e o primeiro final de semana de julho, em seis semanas de festas com cerca de 300 eventos espalhados por toda a cidade (Gastal, 2013; Matias, 2017).

Na Figura 4.15 se pode ver na parte superior esquerdo a praça dos Aliados onde ocorrem os principais eventos musicais da festa. Em destaque o monumento de D. Pedro IV (D. Pedro I no Brasil). Ainda na parte superior, no centro, temos a imagem de cima do rio Douro tirada do Mosteiro da Serra do Pilar. Nela se observa a Ponte D. Luís I sobre o rio que divide Porto e a cidade de Vila Nova de Gaia. Na parte superior direita encontramos a conhecida praça de Mouzinho de Albuquerque, na Boa Vista, local onde é instalado o principal parque de diversões da festa. Na parte de baixo da figura se pode observar uma brincadeira que foi introduzida na festa em 1964, o martelinho do São João, que é utilizado pelas pessoas batendo umas nas outras. Outra tradição é a presença dos balões de São João que enchem os céus da cidade na noite da festa, a tradicional sardinha e o porco no espeto. Na festa é ainda tradição o alho porro e o manjerição.

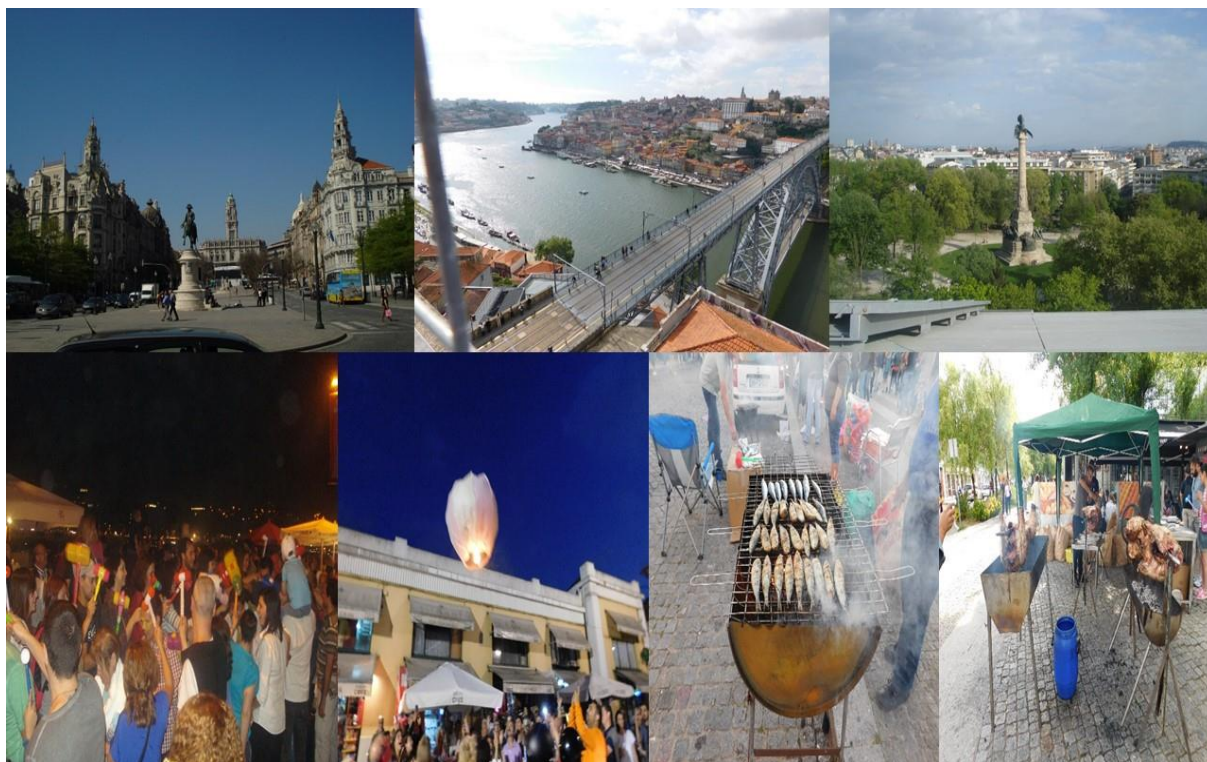


Figura 4.15 - Principias locais da Festa de São João do Porto e suas tradições

Fonte: Fotos do autor

A Figura 4.16 mostra os locais onde ocorreram as medições. No caso, as avaliações de eventos musicais ocorreram nos dois lados do rio douro. Os brinquedos foram avaliados na praça Mouzinho da Silveira, a conhecida rotunda da Boa Vista, e na freguesia de Fontainhas, polo tradicional da festa. O fogo de artifício foi avaliado no lado de Vila Nova de Gaia, por uma questão de logística e facilidade de avaliar outros eventos na principal noite da festa.



Figura 4.16 - Locais de avaliação da Festa de São João do Porto

Fonte: Imagem Google Earth, adaptada ("Google Earth,").

A explosão dos fogos de artifício representa um show à parte (Figura 4.17). No centro do rio, cinco embarcações com explosivos são posicionadas e na Ponte D. Luís I, artefatos pirofóricos formam uma bela cascata. Um show piromusical de rara beleza e harmonia. O Ponto alto da festa. Na mesma figura, a imagem do maior palco do evento, na praça dos Aliados, onde foi avaliado o ruído produzido pela Orquestra Sinfônica do Porto. Na parte inferior da figura a praça de Mouzinho de Albuquerque, local do principal parque de diversões da festa. No centro da praça se pode ver um obelisco que foi construído em homenagem à expulsão das tropas de Napoleão pelos portugueses com o apoio de tropas inglesas. No alto se pode ver um leão (símbolo da bandeira da Inglaterra) sobre uma águia que domina (símbolo do império de Napoleão).

Este evento recebe a cobertura de televisões de vários países e assim como o autor pode observar em todos os que conheceu, é marcante a alegria e receptividade do povo local. Após a queima dos fogos, os inúmeros restaurantes e bares permanecem abertos madrugada a dentro, alguns com sistemas de som, visando manter a alegria da festa. Há ainda no leito do rio a presença de vários barcos de turismo, com serviço de bordo de alta qualidade, o que constitui uma atração a mais no evento. Soma-se ao facto de que em nenhum destes eventos, inclusive os maiores, não se observa a violência, ainda que o consumo de bebidas alcoólicas seja elevado. O Autor participou deste evento por 4 vezes e nunca presenciou atos de vandalismo e agressividade, o que repercute muito positivamente para o engrandecimento do espetáculo. Mesmo trabalhando, não há como não se divertir, todavia, no São João do Porto há que se ter paciência e humor com as inúmeras marteladas que se recebe na cabeça.



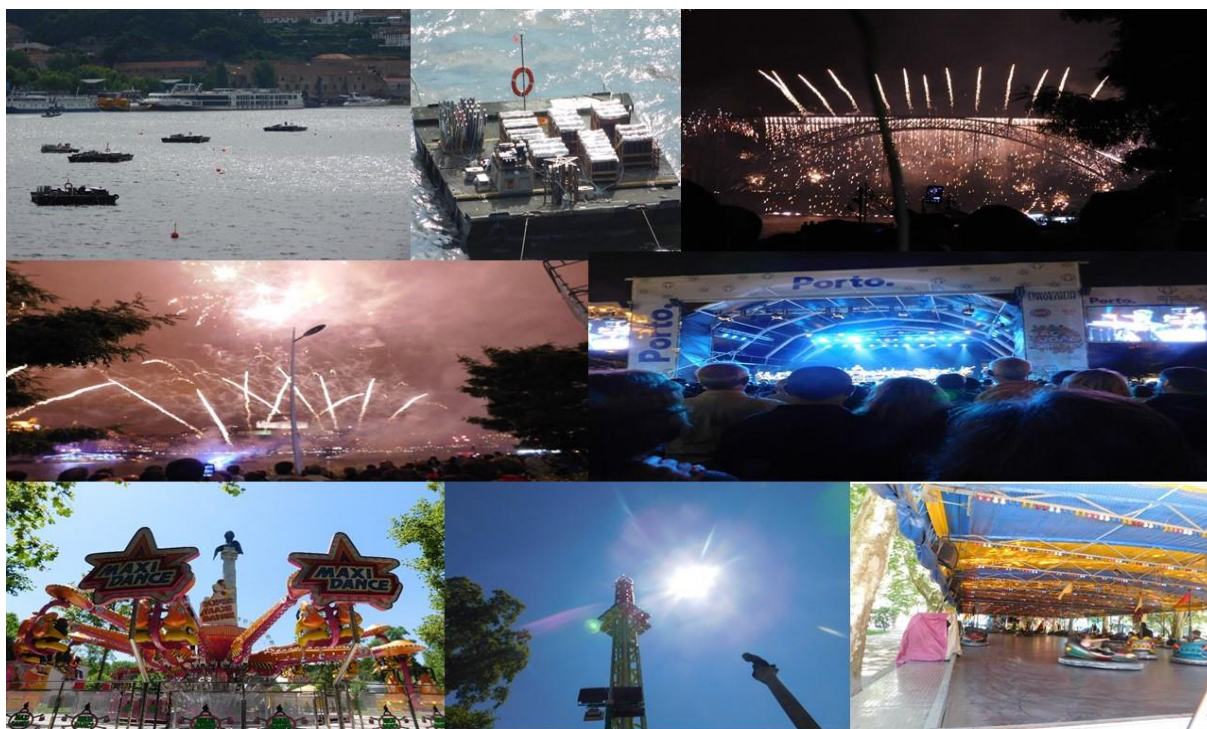


Figura 4.17 - Show piromusical, apresentação de orquestra sinfônica e parque de brinquedos

Fonte- Fotos do autor

#### 4.5.9. FESTA DE SÃO PEDRO – PÓVOA DE VARZIM

“Nada há de mais ruidoso - e que mais vivamente se saracoteie  
com um brilho de lanjeoulas - do que a política.”

Eça de Queiroz ("Citador,").

Póvoa do Varzim, cidade natal de Eça de Queiroz, considerado um dos mais importantes escritores portugueses da história, possui uma população que ronda os 63.500 habitantes, equitativamente distribuídos pela cidade e pelas 11 freguesias. Pertence à maior bacia leiteira de Entre Douro e Minho e é uma das zonas nacionais de maior exploração hortícola ("Indicadores regionais", 2018).

Seu principal evento é a festa de São Pedro, a qual se espalha pelos seus vários bairros, que nesta época são ornamentados assim como as janelas de suas casas. Os bairros tradicionais competem entre si apresentando as suas “*rusgas*” e na criação do trono de São Pedro. Os bairros populares que competem nas *rusgas* são Bairro de Belém, Bairro da Mariadeira, Bairro da Matriz, Bairro Norte, Bairro de Regufe e Bairro Sul. Os apoiantes não só se localizam no espaço físico do Bairro, mas espalhados por toda a cidade e zonas envolventes. A grande rivalidade é entre o Sul e o Norte. Neste evento o autor avaliou o ruído do fogo de artifício do Bairro Sul assim como o produzido por sua “*rusga*”. Os brinquedos atendem todo o evento e de certa forma sua avaliação foi prejudicada pela intensa chuva na noite de avaliação. Nesta noite, o grande show da festa foi realizado pela cantora brasileira Daniela Mercury, muito festejada pelos participantes. A Figura 4.18 mostra os locais de avaliação bem como algumas características do evento. O fogo de artifício principal, instalado nas piscinas públicas, não foi avaliado conforme já explicado anteriormente.



Figura 4.18 - Festa de São Pedro- Póvoa de Varzim  
 Fonte – Imagens do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.10. FESTA EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DA BOA VIAGEM – PÓVOA DE VARZIM

Esta festa ocorre na freguesia de Aguçadoura na cidade de Póvoa de Varzim, a cerca de 39 km de Porto com duração de cerca de um mês e com atrações as mais variadas incluindo corrida de cavalos. A Figura 4.19 mostra algumas características deste evento e os fenômenos acústicos de interesse.





Figura 4.19 - Festa em honra de Nª Senhora da Boa Viagem-Póvoa de Varzim

Fonte – Fotos o autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.11. FESTA DE SANTA EUFÉMIA DA CARRIÇA-TROFA

A festa em honra da Santa Eufémia da Carriça, ocorre na freguesia Alvarelhos, na cidade de Trofa, a cerca de 20 km do concelho do Porto. A indústria é diversificada no Concelho da Trofa, e vai da metalúrgica de base, à galvanização, produção alimentar, farmacêutica, indústria automóvel, precisão e tecnologia e têxtil moda. Muito embora a atividade primordial do Concelho seja a Indústria, possui uma agricultura forte, profissional, desenvolvida com base tecnológica, fortemente ligada à pecuária e à produção de leite, além da cultura extensiva de milho ("Trofa: a câmara municipal," 2017). Durante duas semanas no mês de setembro. Em 2016 comemorou 100 anos de Romaria. A palavra Carriça, acrescentada ao nome da festa, se popularizou por ser um cruzamento de mesmo nome onde as pessoas vão assistir a romaria. Na noite de avaliação do evento o show com operador de som e luz foi realizado por uma dupla de canção estilo sertaneja brasileira.

A Figura 4.20 mostra um pouco desta festa e os fenômenos acústicos de interesse.



Figura 4.20 - Festa de Santa Eufémia da Carriça  
Fonte – Fotos do autor e google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.12. FESTAS EM HONRA DE S. LOURENÇO – VALONGO - ERMESINDE

Esta festa ocorre na freguesia de Ermesinde, no município de Valongo, acerca de 14km do Porto. Valongo é um município com 93.858 habitantes, subdividido em 4 freguesias. O concelho de Valongo dispõe de uma excelente cobertura ao nível de infraestruturas ferroviárias, destacando-se as linhas do Douro e do Minho que se cruzam na Estação de Ermesinde (segunda maior da região do Norte), bem como do importante terminal rodoferroviário “Porto Seco” (Plataforma Logística de Campo). Promove e dinamiza um conjunto de polos de concentração empresarial, das quais se destacam 8 zonas empresariais/industriais principais, abrangendo uma área superior 430 ha ("Indicadores regionais", 2018; "Valongo: a câmara municipal," 2017).

Na Figura 4.21 se pode observar os diversos fenômenos acústicos que ocorrem na festa e que são de interesse desta investigação.





Figura 4.21 - Festa em honra de São Lourenço – Valongo – Ermesinde  
Fonte – Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.5.13. FESTA DE SÃO PEDRO DA AFURADA – VILA NOVA DE GAIA

A festa de São Pedro da Afurada ocorre no município de Vila Nova de Gaia, na de freguesia de Afurada, sendo a maior deste concelho. Vila Nova de Gaia é o terceiro município mais populoso do país, com 302295 habitantes distribuídos em 15 freguesias, sucedendo a Lisboa e Sintra e o mais populoso da região Norte. Conhecido internacionalmente pelas suas empresas de vinhos do Porto e do Douro, indústria automóvel, vidreira e de componentes eletrónicos, pelos seus artistas: músicos, pintores, escultores e arquitetos, e pelas atividades turísticas que acolhem por ano milhares de visitantes ("Vila Nova de Gaia: a câmara municipal," 2017).

Durante a festa além das comidas típicas, temos vários shows durante o dia e à noite, antes e após a queima dos fogos de artifícios, que assim, como na festa do São João do Porto, são lançados de embarcações posicionadas no rio Douro, mas em frente à freguesia de Afurada e da ponte da Arrábida, na forma de cascata. Nesta festa, onde milhares de pessoas participam, também se pode verificar a influência do carnaval brasileiro, seja pelo samba, seja pela presença de um trio elétrico conforme pode ser visto na Figura 4.22. O trio elétrico, principal palco musical do carnaval do distrito da Bahia, Brasil, é um sofisticado caminhão com potência sonora entre 100.000 e 500.000 watts.



Figura 4.22 - Festa de São Pedro de Afurada

Fonte – Fotos o autor e Google Earth ("Google Earth,").

#### 4.6. DISTRITO DE VIANA DO CASTELO

O Distrito de Viana do Castelo está limitado a norte e leste por Espanha, a sul pelo Distrito de Braga e a oeste pelo Oceano Atlântico. Possui uma população residente de 250 390 habitantes e tem como sede a cidade com o mesmo nome. Neste distrito destacam-se a pesca, aquicultura e atividades dos serviços relacionados, a indústrias da madeira e da cortiça e suas obras e a fabricação de pasta, de papel e cartão e seus artigos ("Indicadores regionais", 2018; "Viana do Castelo: a associação," 2017).

##### 4.6.1. FESTA E ROMARIA EM HONRA DE N<sup>a</sup> SENHORA DA AGONIA- VIANA DO CASTELO

A chamada de rainha das romarias é considerada a maior festa popular de Portugal. Nascida em 1772 da devoção dos homens do mar vindos da Galiza e de todo o litoral português para as celebrações religiosas e pagãs, repete-se anualmente com programação durante quase todo mês de agosto, no concelho de Viana do Castelo, a cerca de 74 km do concelho do Porto. É a cidade atlântica mais ao Norte de Portugal sendo considerada a capital do folclore português e pertence à rede das Cidades Cittaslow, um movimento criado na Itália em 1999 que tem como lema é “cidades onde a vida é boa” ("Viana do Castelo: a associação," 2017).

A Figura 4.23 mostra um pouco desta bela cidade, onde se pode ver a torre do Santuário de Santa Luzia, a ponte rododiferroviária projetada pelo arquiteto francês Gustave Eiffel, ruas e praças da cidade, o desfile das mordomas (Desfile da Mordomia) com seus os colares de ouro e de carros alegóricos.





Figura 4.23 - Viana do Castelo e aspectos da festa de Senhora da Agonia  
Fonte – Fotos do autor

A Figura 4.24 a seguir mostra a igreja da Senhora da Agonia, show pirotécnico, bombos no desfile “Vamos a Serenata”, do qual participam, banda de músicas e Zé Pereiras, os cabeçudos em despique de bombos, parque de diversão e show de folclore.



Figura 4.24 - Festa de Senhora da Agonia e aspectos acústicos desta investigação  
 Fonte- Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,")

#### 4.7. DISTRITO DE VILA REAL

Este distrito possui uma população residente é de 213 775 habitantes dividida em 14 municípios e possui como sede a cidade com mesmo nome. Limita-se ao norte com a Espanha, a leste com o Distrito de Bragança, a sul com o Distrito de Viseu e a oeste com o Distrito do Porto e com o Distrito de Braga. Destaca-se na produção de bebidas, possuindo o terceiro maior número de empresas do país (10.4%) sendo que um dos seus principais setores industriais é o da na produção de alimentos ("Indicadores regionais ", 2018; "Nossa Senhora da Pena: o blog," 2017).

##### 4.7.1. FESTA DE N.ª SENHORA DA PENA – VILA REAL - MOUÇÓS

Esta festa, com uma tradição de 192 anos, ocorre na freguesia de Mouçós, no município de Vila Real, a cerca de 106 km do concelho do Porto. É considerado a maior romaria de Trás-os Montes. Seu ponto alto é a procissão com os andores gigantes, sendo que o maior, possui uma estrutura com mais de 22 metros de altura e 1500 quilos de peso. É transportado por 80 homens. Na Figura 4.25 abaixo se pode ver alguns aspectos desta festa que atrai cerca de 80.000 mil pessoas no dia da procissão vinda de diversas regiões do país e do exterior (*NP ISO 1996-2 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*, 2011).





Figura 4.25 - Festa de Nª Senhora da Pena  
Fonte – Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,")

#### 4.8. DISTRITO DE VISEU

O distrito de Viseu possui uma população residente de 391.215 habitantes distribuído em 24 concelhos, sendo que sua sede possui o mesmo nome. Limita a norte com o Distrito do Porto, o Distrito de Vila Real e o Distrito de Bragança, a leste com o Distrito da Guarda, a sul com o Distrito de Coimbra e a oeste com o Distrito de Aveiro. Para fins estatísticos (NUTS), o distrito divide-se entre a Região Centro e a Região Norte. Uma de suas principais atividades econômicas é a indústria de bebidas e agricultura, produção animal, caça e silvicultura ("Indicadores regionais ", 2018).

#### 4.8.1. FESTA N.ª SENHORA DOS REMÉDIOS - LAMEGO

A romaria em honra de N.ª Senhora dos Remédios é conhecida como “A Romaria de Portugal” por ser uma das maiores do país. Ocorre no concelho de Lamego, a primeira sede do distrito, situa-se a cerca de 130 km do Porto. Foi em Lamego que teriam decorrido as lendárias Cortes de Lamego, onde teria sido feita a aclamação de D. Afonso Henriques como Rei de Portugal e se estabeleceram as "Regras de Sucessão ao Trono". Conhecida também pela sua gastronomia e pela produção de vinhos espumantes, e pertence à Região Demarcada do Douro onde se produz o vinho do Porto.

A festa, que existe a mais de 300 anos, oferece um programa diversificado englobando exposições, concertos, desfiles, procissões, feiras, eventos culturais e desportivos de forma a atrair milhares de pessoas. Assim, durante estes dias de diversão é possível admirar a Marcha Luminosa e a Batalha das Flores que percorrem as principais ruas da cidade. Na Figura 4.26 se pode ver alguns destes momentos assim como características de interesse acústico desta tese.



Figura 4.26 - Festa em honra de N<sup>a</sup> Senhora do Rosário – Lamego  
Fonte – Fotos do autor e Google Earth ("Google Earth,")





## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. INTRODUÇÃO

### 5.2. OE1 – INVESTIGAÇÃO DA PERCEÇÃO DA POPULAÇÃO AO RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO PRODUZIDO POR FOGOS DE ARTIFÍCIOS EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

#### 5.2.1. ANÁLISE DESCRITIVA

##### 5.2.1.1. Caracterização da amostra

A amostra foi constituída por 80 elementos, divididos equitativamente por duas festas: do Senhor de Matosinhos (evento não piromusical), em que os dados foram recolhidos na virada da noite de 14 de maio de 2016 e de São João do Porto (evento piromusical), em que os dados foram recolhidos na virada da noite 23 de junho de 2016. As Figura 5.1 e Figura 5.2 mostram os resultados da frequência e percentagem por local e por gênero. Na amostra, 59% são do gênero feminino e os restantes 41% do gênero masculino.



Figura 5.1 - Frequência de inquéritos aplicados por local

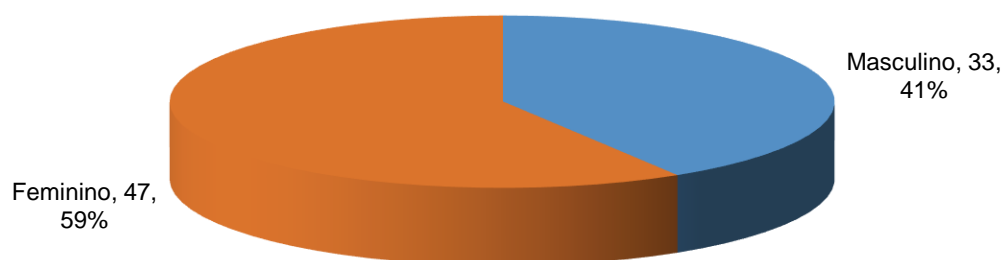


Figura 5.2 - Frequência do inquérito aplicado por Gênero

A Tabela 5.1 mostra o resultado de frequência por Gênero e Local

Tabela 5.1 - Frequências: Relação entre o Gênero e o Local da festa

Local		Gênero	
		Masculino	Feminino
Senhor de Matosinhos	N	17	23
(Não piromusical)	% no Local	42,5%	57,5%
São João do Porto	N	16	24
(Piromusical)	% no Local	40,0%	60,0%

Na amostra, a distribuição dos gêneros nos dois locais é semelhante. A percentagem de gênero feminino é 57,5% na festa do Senhor de Matosinhos e de 60% na festa de São João do Porto e a percentagem de gênero masculino é 42,5% na festa do Senhor de Matosinhos e de 40% na festa de São João do Porto, não sendo as pequenas diferenças observadas estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{(1)} = 0,052$ ;  $p = 0,820$ ).

A Figura 5.3 mostra a distribuição por idade das pessoas pesquisadas nos locais investigados. Na amostra, 2% têm até 12 anos, 21% têm entre 13 e 18 anos, 28% têm entre 19 e 30 anos, 29% têm entre 31 e 45 anos, 19% têm entre 46 e 65 anos e 1% (um elemento) tem mais de 65 anos.

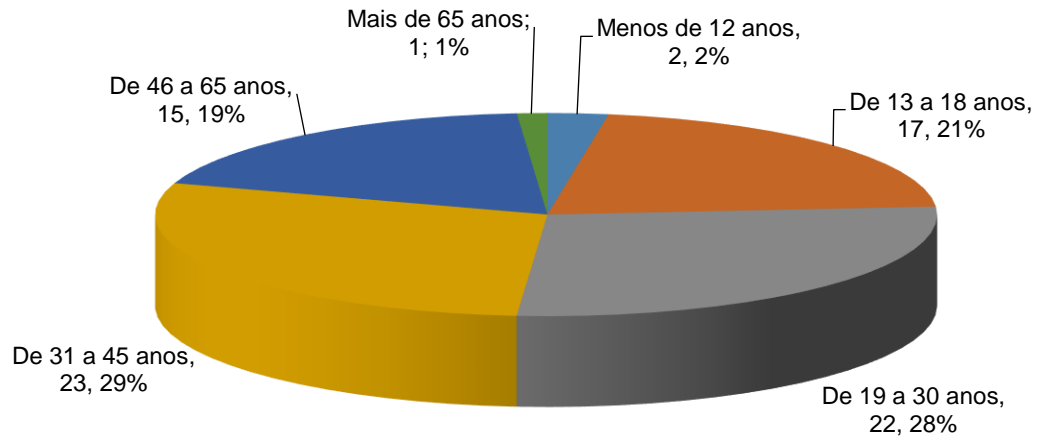


Figura 5.3 - Frequência por faixa etária

A Tabela 5.2 a seguir mostra a relação entre a faixa etária e o local da festa.

Tabela 5.2 - Frequências: Relação entre a Faixa etária e o Local da festa

Local		2-Faixa etária					
		Menos de 12 anos	De 13 a 18 anos	De 19 a 30 anos	De 31 a 45 anos	De 46 a 65 anos	Mais de 65 anos
Senhor de Matosinhos	N	1	9	12	9	8	1
(Não piromusical)	% no Local	2,5%	22,5%	30,0%	22,5%	20,0%	2,5%
São João do Porto	N	1	8	10	14	7	0
(Piromusical)	% no Local	2,5%	20,0%	25,0%	35,0%	17,5%	0%

Na amostra, a distribuição das faixas etárias apresenta pequenas diferenças entre os dois locais, a percentagem de “menos de 12 anos” é 2,5% na festa do Senhor de Matosinhos e na festa de São João do Porto, a percentagem de “13 a 18 anos” é 22,5% na festa do Senhor de Matosinhos e 20,0% na festa de São João do Porto, a percentagem de “19 a 30 anos” é 30,0% na festa do Senhor de Matosinhos e 25,0% na festa de São João do Porto, a percentagem de “31 a 45 anos” é 22,5% na festa do Senhor de Matosinhos e 35,0% na festa de São João do Porto, a percentagem de “46 a 65 anos” é 20,0% na festa do Senhor de Matosinhos e 17,5% na festa de São João do Porto, a percentagem de “mais de 65 anos” é 2,5% na festa do Senhor de Matosinhos e 0,0% na festa de São João do Porto, não sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{(5)} = 2,394$ ;  $p = 0,850$ ). Estamos perante a situação ideal, em que não se verificam diferenças significativas entre os dois locais em estudo, no que diz respeito às variáveis de caracterização gênero e idade.

## 5.2.1.2. Percepções sobre o Ruído

A Tabela 5.3 mostra a frequência e percentagem das respostas para o item 3 do inquérito, O som ouvido nesta festa/romaria é pouco intenso, intenso ou muito intenso. Na amostra, quanto à percepção sobre o som ouvido nesta festa/romaria, 14% pensam ser pouco intenso, 42% referem ser intenso e 44% respondem ser muito intenso. Pode-se observar assim que para 86% dos entrevistados o ruído produzido nos eventos representa, uma intensidade relevante. Na avaliação quantitativa do ruído, para a festa de Senhor de Matosinhos, os valores foram para o  $L_{Amax}$ , 129,9 dB (A, imp.) e  $> 140$  dB(C) para valores de pico. Para a festa de São João do Porto, estes valores foram de 120,2 dB (A, imp.) e 140 dB(C) de pico. Assim, se compararmos este resultado de percepção com os resultados obtidos na avaliação quantitativa iremos concluir que o público avaliado, em termos de percepção da intensidade do ruído, aproxima-se fortemente da realidade. Todavia, há que se questionar se este público, de um modo geral, compreende a necessidade de se proteger do ruído, o que foi analisado mais adiante ou se incomoda a comunidade do entorno.

Tabela 5.3 - Item 3 do inquérito: -O som ouvido nesta festa/romaria é:

	Frequência	Percentagem
Pouco intenso	11	13,8
Intenso	34	42,5
Muito intenso	35	43,8
Total	80	100,0

A Tabela 5.4 mostra o resultado para a percepção sobre o ruído para as questões 4 a 13 do inquérito

Tabela 5.4 - Frequências de percepções sobre o Ruído para os itens 4 a 13 do inquérito

	1		2		3		4		5		6		7	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	28	35,0 %	5	6,3%	6	7,5%	14	17,5 %	14	17,5 %	5	6,3%	8	10,0 %
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	22	27,5 %	4	5,0%	6	7,5%	5	6,3%	18	22,5 %	12	15,0 %	13	16,3 %
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	47	58,8 %	5	6,3%	6	7,5%	6	7,5%	7	8,8%	7	8,8%	2	2,5%
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	42	52,5 %	3	3,8%	3	3,8%	7	8,8%	10	12,5 %	7	8,8%	8	10,0 %
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	59	73,8 %	4	5,0%	5	6,3%	3	3,8%	6	7,5%	2	2,5%	1	1,3%
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta	67	83,8 %	4	5,0%	2	2,5%	2	2,5%	2	2,5%	1	1,3%	2	2,5%

	1		2		3		4		5		6		7	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
tenho tonturas														
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	55	68,8 %	5	6,3%	5	6,3%	2	2,5%	4	5,0%	4	5,0%	5	6,3%
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	16	20,0 %	2	2,5%	1	1,3%	4	5,0%	1	17,5 %	2	25,0 %	23	28,8 %
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	18	22,5 %	1	1,3%	4	5,0%	4	5,0%	1	15,0 %	1	20,0 %	25	31,3 %
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	21	26,3 %	2	2,5%	3	3,8%	1	18,8 %	1	23,8 %	6	7,5%	14	17,5 %

Os valores indicados reportam-se à escala de medida: 1- Discordo Totalmente; 2- Discordo muito; 3- Discordo pouco; 4- Indiferente; 5- Concordo pouco; 6- Concordo muito; 6- Concordo Totalmente.

Para a questão “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade” a resposta mais frequente é “Discordo Totalmente”, seguida de “Indiferente” e “Concordo pouco”; para a questão “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” a resposta mais frequente é “Discordo Totalmente”, seguida de “Concordo pouco” e depois “Concordo totalmente” e “Concordo muito”; para as questões “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido”, “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária”, “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas” e “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça” a resposta mais frequente é claramente “Discordo Totalmente”; para a questão “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a resposta mais frequente é “Concordo totalmente”, seguida de “Concordo muito” e de “Discordo Totalmente”; para a questão “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a resposta mais frequente é “Concordo totalmente”, seguida de “Discordo Totalmente”; para a questão “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a resposta mais frequente é “Discordo Totalmente”, seguida de “Concordo pouco” e de “Indiferente” e “Concordo totalmente”.

Agrupando as respostas de discordância e de concordância obtêm-se os seguintes resultados (Tabela 5.5)

Tabela 5.5 - Resultados agrupados de discordância e concordância de percepções sobre o Ruído

	Discordância		Indiferente		Concordância	
	N	%	N	%	N	%
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	39	48,8	14	17,5	27	33,8
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	32	40,0	5	6,3	43	53,8
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	58	72,5	6	7,5	16	20,0
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta	48	60,0	7	8,8	25	31,3



	Discordância		Indiferente		Concordância	
	N	%	N	%	N	%
ouço um zumbido						
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	68	85,0	3	3,8	9	11,3
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	73	91,3	2	2,5	5	6,3
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	65	81,3	2	2,5	13	16,3
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	19	23,8	4	5,0	57	71,3
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	23	28,8	4	5,0	53	66,3
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	26	32,5	15	18,8	39	48,8

Determinadas questões têm discordância superior à concordância: para “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas” a discordância é 91,3% e a concordância 6,3%, para “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária” a discordância é 85,0% e a concordância 11,3%, para “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça” a discordância é 81,3% e a concordância 16,3%, para “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido” a discordância é 72,5% e a concordância 20,0%, para “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido” a discordância é 60,0% e a concordância 31,3%, e para “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade” a discordância é 48,8% e a concordância 33,8%. Este último resultado mostra uma certa contradição. Ao mesmo tempo em que 86% dos entrevistados concordam que a intensidade do ruído é elevada, a maioria entende que não incomoda a comunidade do entorno. Possivelmente por não viverem nesta comunidade.

As restantes questões têm concordância superior à discordância: para “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a concordância é 71,3% e a discordância 23,8%, para “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a concordância é 66,3% e a discordância 28,8% , para “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a concordância é 48,8% e a discordância 32,5%, para “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” a concordância é 53,8% e a discordância 40,0%. Estes resultados de concordância mostram que o público presente a estes eventos compreendem, aparentemente, o risco para si próprio da exposição ao ruído e que de certa forma estariam dispostos a utilizarem proteção auditiva. Testes de hipóteses esclareceram melhor esta questão.

A Tabela 5.6 mostra as estatísticas da percepção do ruído dos dois eventos avaliados.

Tabela 5.6 - Estatísticas percepções sobre o ruído

	N	Média	Desvio Padrão	Coef. Var.
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	80	3,35	2,11	63%
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	80	4,01	2,26	56%
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	80	2,38	1,92	81%
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	80	2,91	2,27	78%

	N	Média	Desvio Padrão	Coef. Var.
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	80	1,79	1,52	85%
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	80	1,49	1,33	89%
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	80	2,09	1,92	92%
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	80	4,88	2,23	46%
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	80	4,74	2,33	49%
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	80	4,04	2,16	54%

Os valores indicados reportam-se à escala de medida: 1- Discordo Totalmente; 2- Discordo muito; 3- Discordo pouco; 4- Indiferente; 5- Concordo pouco; 6- Concordo muito; 6- Concordo Totalmente.

A Figura 5.4 e Figura 5.5 mostram o resultado da média das percepções para os itens 4 a 8 e 9 a 13, respectivamente.



Figura 5.4 - Média das percepções do ruído item 04 a 08

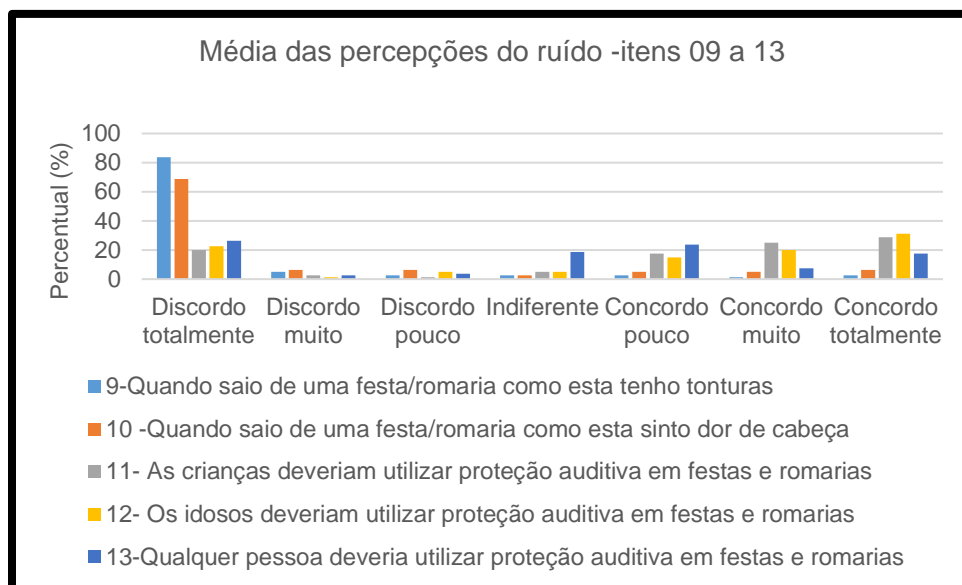


Figura 5.5 - Média das percepções do ruído item 09 a 13

Em média, a concordância é superior para “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias”, únicos itens com valor médio superior ao ponto intermédio da escala de medida, portanto, em média existe concordância.

A concordância baixa para “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo”, itens com valor médio próximo do ponto intermédio da escala de medida, portanto, em média, não existe concordância nem discordância.

Em média, a discordância é superior para “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas”, seguido de “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária”, depois de “10-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça”, seguido de “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, depois de “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido” e finalmente de “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade”, tendo todos estes itens um valor médio inferior ao ponto intermédio da escala de medida, portanto, em média existe discordância.

Durante as entrevistas algumas opiniões foram emitidas de modo espontâneo pelos entrevistados que trazemos aqui.

- **Evento Senhor de Matosinhos- Não piromusical**
  - “As crianças precisam se habituar com o ruído”
  - “A festa é tão bonita e o ruído faz parte”
  - “Quem vem para a festa está ciente do risco”
  - “As festas na praia são muito mais barulhentas”

Estas opiniões do público demonstram uma ausência de sensibilização para o risco de exposição ao ruído, falta de conhecimento do nível de risco a que estão expostos e ainda a presença do “mito” de que é preciso se acostumar com o ruído, já que o mesmo faz parte da sociedade. Um caso observado foi um policial pedir para uma mãe com um filho num carrinho para bebês, que se afastasse mais além da faixa de isolamento da área, porque “o barulho era muito alto”, no que foi prontamente atendido. Este exemplo mostra primeiramente a total falta de conhecimento da mãe em relação ao risco a que estava expondo seu filho, mas também como é importante a informação para a sociedade sobre os riscos de exposição

ao ruído neste tipo de evento e a formação, nesta área do conhecimento, dos profissionais responsáveis pela segurança do público.

- **Evento São João do Porto- Piromusical**

- “Acho que esta entrevista deveria ser realizada junto à comunidade do entorno. As pessoas que vem para cá já sabem o que vão encontrar. Os moradores não têm opção”

Esta opinião não reflete a realidade uma vez que as pessoas não sabem o risco a que estão expostas. Todavia o entrevistado dar a entender que, na realidade, as pessoas estariam dispostas a assumirem este risco. Em relação à sua opinião de que os moradores do entorno não têm opção, reflete o facto de que muitos aceitam esta situação porque acham que nada podem fazer. Todavia, uma sociedade organizada sempre consegue, pela pressão junto aos governantes, a solução para a maioria dos seus problemas comuns.

Entretanto, sua opinião sobre entrevistar a comunidade do entorno é relevante, não apenas para avaliar a percepção do risco à exposição ao ruído, mas também para conhecer o seu nível de organização e se existe um sentimento de impotência diante de uma realidade que parece impossível, segundo a entrevistada, de encontrar opções. Conforme já foi explicado anteriormente, este objetivo foi pensando no planeamento desta pesquisa, mas que se mostrou impraticável diante de outros objetivos aqui traçados e ainda uma certa resistência da população do entorno. Todavia, por entender que se trata de um problema importante neste contexto, esta pesquisa está sendo sugerida como trabalhos futuros, podendo ser realizada como uma dissertação de mestrado. Um estudante morador da própria comunidade, que conhece a cultura local, poderá ser melhor sucedido que o autor.

Um diálogo interessante ocorreu neste evento. “Este ruído está muito intenso, pois não?”. Perguntou um pai com um filho num carrinho de bebê, completamente constrangido e com o semblante de culpa, impactado ao ver o autor protegido com protetor auricular e com o instrumento de avaliação do ruído na mão. “Sim, não é um evento adequado para bebês”. Pais com bebês são comuns nestes tipos de eventos.

## 5.2.2. ANÁLISE FATORIAL APLICADA ÀS PERGUNTAS 4 A 13 DO QUESTIONÁRIO

### 5.2.2.1. Análise de Outliers

O  $D^2$  de Mahalanobis variou entre 3,089 para o elemento 58 da amostra e 27,445 para o elemento 3 da amostra, estando associado ao primeiro uma probabilidade de 0,979 e ao último uma probabilidade de 0,002, determinadas pela distribuição do Qui-quadrado com 10 graus de liberdade. Como o valor mínimo observado é superior ao valor de referência de 0,001, não se detectou outliers nesta amostra.

### 5.2.2.2. Matriz de correlação de Pearson

A Tabela 5.7 mostra a matriz de correlação de Pearson gerada pelo SPSS. Os valores da matriz de correlações, que são todas estatisticamente significativas ( $p < 0,05$  ou  $p < 0,01$ ), com apenas uma exceção, confirmam que as variáveis estão correlacionadas entre si, o que permite e justifica a realização da análise fatorial. Os valores dos coeficientes de correlação ( $r$ ) são, na grande maioria dos casos, superiores a 0,3.

Tabela 5.7 - Matriz de correlações de Pearson

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	r 1									
	p									
	N 80									
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	r ,505 **	1								
	p ,000									
	N 80	80								
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	r ,487 **	,376 **	1							
	p ,000	,001								
	N 80	80	80							
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	r ,472 **	,279 *	,637 **	1						
	p ,000	,012	,000							
	N 80	80	80	80						
8-Quando saio de uma festa/romaria tenho uma surdez temporária	r ,418 **	,398 **	,526 **	,345 **	1					
	p ,000	,000	,000	,002						
	N 80	80	80	80	80					
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	r ,399 **	,377 **	,592 **	,428 **	,607 **	1				
	p ,000	,001	,000	,000	,000					
	N 80	80	80	80	80	80				
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	r ,370 **	,413 **	,660 **	,430 **	,525 **	,636 **	1			
	p ,001	,000	,000	,000	,000	,000				
	N 80	80	80	80	80	80	80			
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	r ,430 **	,543 **	,162	,233 *	,327 **	,260 *	,230 *	1		
	p ,000	,000	,151	,038	,003	,020	,040			
	N 80	80	80	80	80	80	80	80		
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	r ,438 **	,545 **	,229 *	,304 **	,295 **	,209	,280 *	,872 **	1	
	p ,000	,000	,041	,006	,008	,062	,012	,000		
	N 80	80	80	80	80	80	80	80	80	



		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	r	,595 **	,643 **	,290 **	,379 **	,345 **	,280 *	,319 **	,787 **	,798 **	1
	p	,000	,000	,009	,001	,002	,012	,004	,000	,000	
	N	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

\*\* significativo para  $p < 0.01$ . \* significativo para  $p < 0.05$ .

#### 5.2.2.3. Medida de Adequação da Amostra de KMO - Kaiser-Meyer-Olkin e Teste de Esfericidade de Bartlett

A análise indicou que a Medida de Adequação da Amostra de KMO - Kaiser-Meyer-Olkin apresentou um valor de MAA = 0,849 produzindo uma estatística, cuja interpretação indica que os dados apresentam uma qualidade boa para ser aplicada a análise fatorial. O Teste da Esfericidade de Bartlett mostrou o valor da significância do teste é inferior a 5%, valor de referência considerado. Assim, a análise permite rejeitar a hipótese de não existir correlação entre as variáveis, pelo que podemos prosseguir com a análise. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 5.8.

Tabela 5.8 - Resultado do KMO e Teste de Bartlett

Medida de Adequação da Amostra de Kaiser-Meyer-Olkin.	0,849
Teste da Esfericidade de Bartlett	Qui-quadrado
	Graus de Liberdade
	Valor de prova
	** 0,000

\*\*  $p < 0,01$

#### 5.2.2.4. Extração dos fatores e rotação pelo método Varimax

Após verificar a possibilidade de executar adequadamente a análise fatorial, foi realizada a extração dos fatores a partir das dez variáveis e as comunalidades pode ser vista na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Comunalidades

	Extração
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	0,537
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	0,583
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	0,767
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	0,491
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	0,552
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	0,672
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	0,667
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,852
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,851
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,860

As comunalidades extraídas (Método de extração: Análise de Componentes Principais), que representam a percentagem de variância comum das variáveis nos fatores extraídos, ou seja, a saturação, são superiores ao mínimo normalmente exigido de 32%, para todas as variáveis sendo até superiores a 49%, valores que permitem explicar pelo menos 24% da variância (a variância explicada é igual ao quadrado da comunalidade).

A Tabela 5.10 abaixo mostra a Variância Total Explicada. Na tabela podemos observar, para cada um dos fatores (ou componentes) que pode ser retido a partir das dez variáveis originais, qual o seu Valor Próprio e qual a percentagem da variação total que ocorre nas variáveis originais por ele explicada. Foram retidos dois fatores, conforme o critério Kaiser (excluir valores próprios menor que 1), os quais explicam 68,3% da variação total observada nas dez variáveis originais.

Tabela 5.10 - Variância Total Explicada - Método de extração: Análise de Componentes Principais.

Componente	Valor Próprio inicial			Após rotação		
	Total	% Variância	% Cumulativa	Total	% Variância	% Cumulativa
1	4,948	49,479	49,479	3,460	34,598	34,598
2	1,883	18,833	68,312	3,371	33,714	68,312
3	,799	7,990	76,302			
4	,571	5,706	82,008			
5	,518	5,178	87,186			
6	,380	3,801	90,987			
7	,358	3,578	94,565			
8	,256	2,563	97,128			
9	,175	1,752	98,880			
10	,112	1,120	100,000			

A Tabela 5.11 abaixo apresenta a matriz dos componentes após rotação, salientando-se os fatores associados a cada uma das variáveis.

Tabela 5.11 - Matriz Rodada pelo método Varimax com a normalização de Kaiser

	Fator	
	1	2
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	0,509	0,527
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	0,373	0,666
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	0,870	0,101
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	0,666	0,218
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	0,702	0,244
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	0,810	0,127
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	0,802	0,154
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,085	0,919
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,114	0,915
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,224	0,900

A Rotação convergiu em 3 iterações. As saturações das variáveis em cada fator são sempre superiores ao mínimo exigido de 40%. Ao fator 1 estamos chamando de sintomas e ao fator 2 de proteção auditiva. Verificam-se as seguintes associações entre os fatores e as variáveis:

- Fator 1 – Sintomas, associado às variáveis:
  - 6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido
  - 7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido
  - 8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária
  - 9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas
  - 10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça
- Fator 2 – Proteção auditiva, associado às variáveis:
  - 5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo
  - 11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias
  - 12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias
  - 13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias
- A restante variável:
  - 4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade

Não está claramente associada a nenhum fator, pelo que será mantida de forma autônoma nas análises seguintes.

O resultado da Análise Fatorial Exploratória pode ser verificado na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 - Resultados da Análise Fatorial Exploratória

	Fator	
	1	2
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	<b>,509</b>	<b>,527</b>
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	,373	<b>,666</b>
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	<b>,870</b>	,101
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	<b>,666</b>	,218
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	<b>,702</b>	,244
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	<b>,810</b>	,127
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	<b>,802</b>	,154
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	,085	<b>,919</b>
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	,114	<b>,915</b>
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	,224	<b>,900</b>
% variância explicada	34,6	33,7
Variância total explicada	68,3	

1-Método de Rotação: Varimax com a normalização de Kaiser.

2-A Rotação convergiu em 3 iterações. N = 80. KMO = 0,849. As saturações superiores a 0.4 estão em negrito.

## 5.2.2.5. Análise de consistência interna da escala utilizada

A escala é uma escala ordinal do tipo Likert com sete alternativas de resposta (de “1” a “7”) entre “Discordo totalmente” e “Concordo totalmente”. É constituída por dez itens, os quais se organizam em três dimensões. A Tabela 5.13 mostra as dimensões da escala utilizada.

Tabela 5.13 -Dimensões da escala utilizada

DIMENSÕES	DESCRIÇÃO
Fator 1 – Sintomas	6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido
	7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido
	8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária
	9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas
	10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça
Fator 2 – Proteção auditiva	5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo
	11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias
	12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias
Fator 3 – Incômodo na comunidade	13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias
	4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade

A Tabela 5.14 abaixo mostra a estatística de consistência interna para o fator 1.

Tabela 5.14 - Estatísticas de consistência interna: Fator 1 - Sintomas

Alfa de Cronbach	N de Itens
0,840	5

O valor do Alfa de Cronbach é superior ao valor de 0,80, pelo que podemos considerar que os dados medem de forma adequada uma única dimensão: os Sintomas. Testes adicionais indicam que não existem itens correlacionados de forma negativa com a escala, nem que contribuem para que o valor do Alfa seja mais elevado. A Tabela 5.15 mostra a correlação item-total e efeito da eliminação de cada item do fator 1.

Tabela 5.15 - Correlação item-total e efeito da eliminação de cada item: Fator 1 - Sintomas

	Correlação Item-Total Corrigida	Alfa de Cronbach sem o item
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	0,780	0,767

	<b>Correlação Item-Total Corrigida</b>	<b>Alfa de Cronbach sem o item</b>
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	0,563	0,843
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	0,591	0,823
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	0,694	0,806
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	0,687	0,795

A Tabela 5.16 mostra a estatística de consistência interna do fator 2, proteção auditiva

Tabela 5.16 - Estatísticas de consistência interna: Fator 2 - Proteção auditiva

<b>Alfa de Cronbach</b>	<b>N de Itens</b>
0,902	4

O valor do Alfa de Cronbach é superior ao valor de 0,80, pelo que podemos considerar que os dados medem de forma adequada uma única dimensão: a Proteção auditiva. Testes adicionais indicam que não existem itens correlacionados de forma negativa com a escala, nem que contribuem para que o valor do Alfa seja significativamente mais elevado. A Tabela 5.17 mostra Correlação item-total e efeito da eliminação de cada item do Fator 2.

Tabela 5.17 - Correlação item-total e efeito da eliminação de cada item: Fator 2 - Proteção auditiva

	<b>Correlação Item-Total Corrigida</b>	<b>Alfa de Cronbach sem o item</b>
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	0,614	0,931
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,835	0,853
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,839	0,851
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	0,847	0,850

O Fator 3 - Incômodo na comunidade, como é definido apenas por um item, não permite o cálculo da sua consistência interna.

Como pode ser observado, apenas a eliminação do item 7 da dimensão Sintomas aumenta ligeiramente a confiabilidade do questionário, que em caso de exclusão foi para 0,843. A eliminação do item 5 (o som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo), da componente Proteção Auditiva, aumenta a confiabilidade para um valor de 0.931. Como o nível de alteração do coeficiente alfa é pequeno (sendo o valor inicial já adequado), optou-se por manter todos os itens no questionário. Assim,



se pode concluir que o questionário se mostrou eficiente para a pesquisa, sendo, portanto, de aplicação futura para outras pesquisas em outros eventos semelhantes.

#### 5.2.2.6. Análise das dimensões em estudo

Para cada uma das suas dimensões, os seus valores foram determinados a partir do cálculo da média dos itens que as constituem. Os resultados podem ser vistos na Tabela 5.18.

Tabela 5.18 - Estatísticas das dimensões

	N	Média	Desvio Padrão	Coef. Variação	Mín.	Máx.
Fator 1 – Sintomas	80	2,13	1,42	67%	1	6,6
Fator 2 - Proteção auditiva	80	4,42	1,97	45%	1	7
Fator 3 - Incômodo na comunidade	80	3,35	2,11	63%	1	7

Os valores indicados reportam-se à escala de medida: 1- Discordo Totalmente; 2- Discordo muito; 3- Discordo pouco; 4- Indiferente; 5- Concordo pouco; 6- Concordo muito; 7- Concordo Totalmente.

A Figura 5.6 abaixo mostra a média das dimensões analisadas.

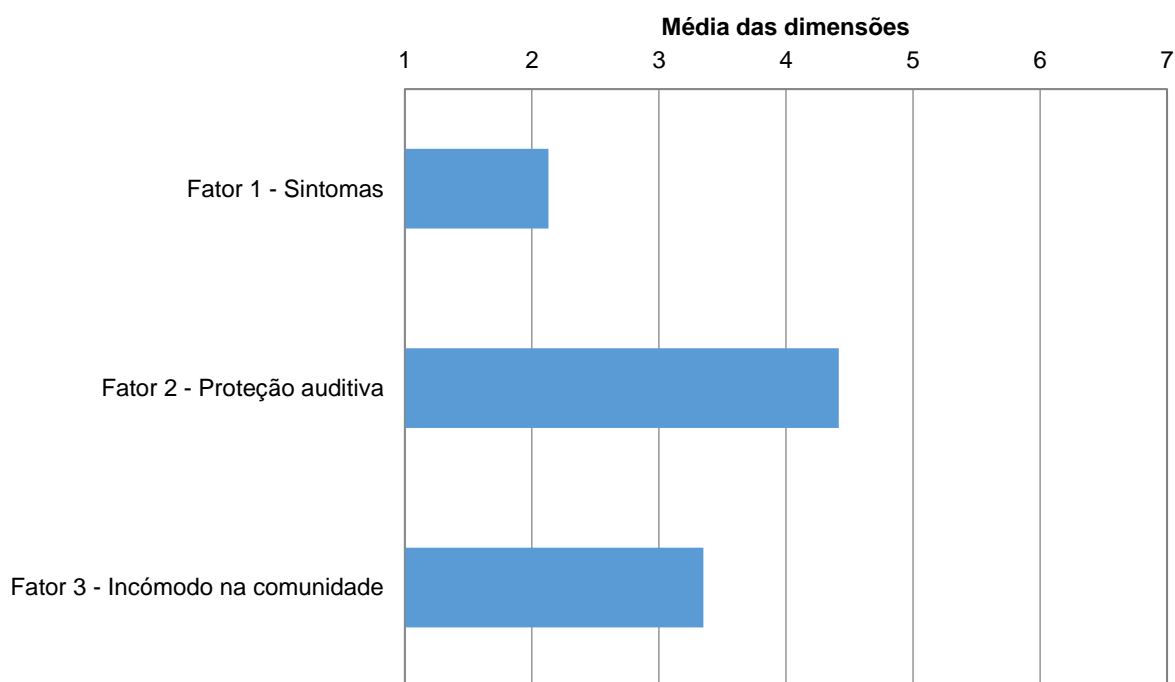


Figura 5.6 - Média das dimensões

Em média, a relevância do “Fator 2 - Proteção auditiva” é superior, com valor médio superior ao ponto intermédio da escala de medida. A relevância é baixa para o “Fator 3 - Incômodo na comunidade” e é

bastante baixa para o “Fator 1 - Sintomas”, com valor médio inferior ao ponto intermédio da escala de medida.

### 5.2.3. TESTES DE HIPÓTESES

#### 5.2.3.1. Investigação da percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogos de artifício em festas e romarias populares

Esta investigação está associada às hipóteses:

- $H_0$  - A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias
- $H_1$  - A população não reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias

Uma primeira análise pode ser realizada para os intervalos de confiança para a concordância/discordância com as afirmações. A Tabela 5.19 pode mostra os resultados com base no Intervalo de Confiança.

Tabela 5.19 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações

	Discordância			Concordância		
	%	IC a 95%		%	IC a 95%	
		LI	LS		LI	LS
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	48,8 %	37,8 %	59,7 %	33,8 %	23,4 %	44,1 %
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	40,0 %	29,3 %	50,7 %	53,8 %	42,8 %	64,7 %
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	72,5 %	62,7 %	82,3 %	20,0 %	11,2 %	28,8 %
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	60,0 %	49,3 %	70,7 %	31,3 %	21,1 %	41,4 %
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	85,0 %	77,2 %	92,8 %	11,3 %	4,3 %	18,2 %
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	91,3 %	85,1 %	97,4 %	6,3 %	0,9 %	11,6 %
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	81,3 %	72,7 %	89,8 %	16,3 %	8,2 %	24,3 %
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	23,8 %	14,4 %	33,1 %	71,3 %	61,3 %	81,2 %
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	28,8 %	18,8 %	38,7 %	66,3 %	55,9 %	76,6 %
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	32,5 %	22,2 %	42,8 %	48,8 %	37,8 %	59,7 %

Por exemplo, para a questão “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade” comparando a discordância com um IC a 95% de [37,8%,59,7%] com a concordância que apresenta um IC a 95% de [23,4%,44,1%], existe sobreposição e não se pode concluir que a concordância seja diferente da discordância.

Outro exemplo, para a questão “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido” comparando a discordância com um IC a 95% de [62,7%,82,3%] com a concordância que apresenta um IC a 95% de [11,2%,28,8%], não existe sobreposição e conclui-se que a discordância é superior à concordância. Ilustram-se graficamente estas diferenças na Figura 5.7 e Figura 5.8.

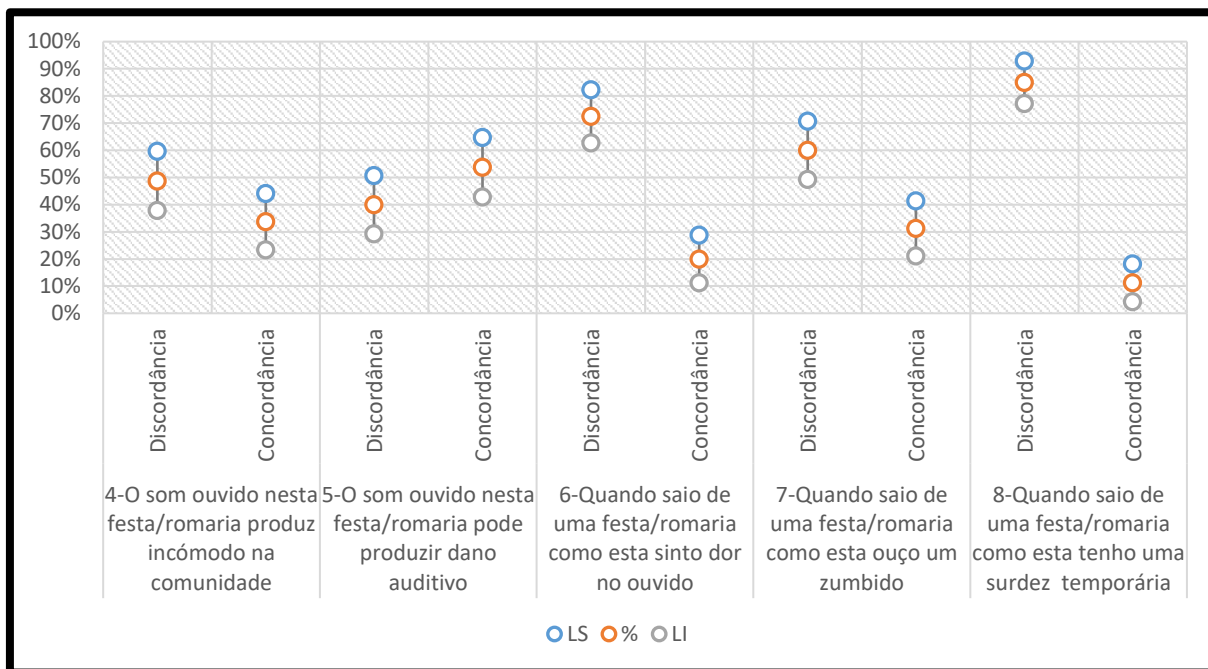


Figura 5.7 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações itens 4 a 8

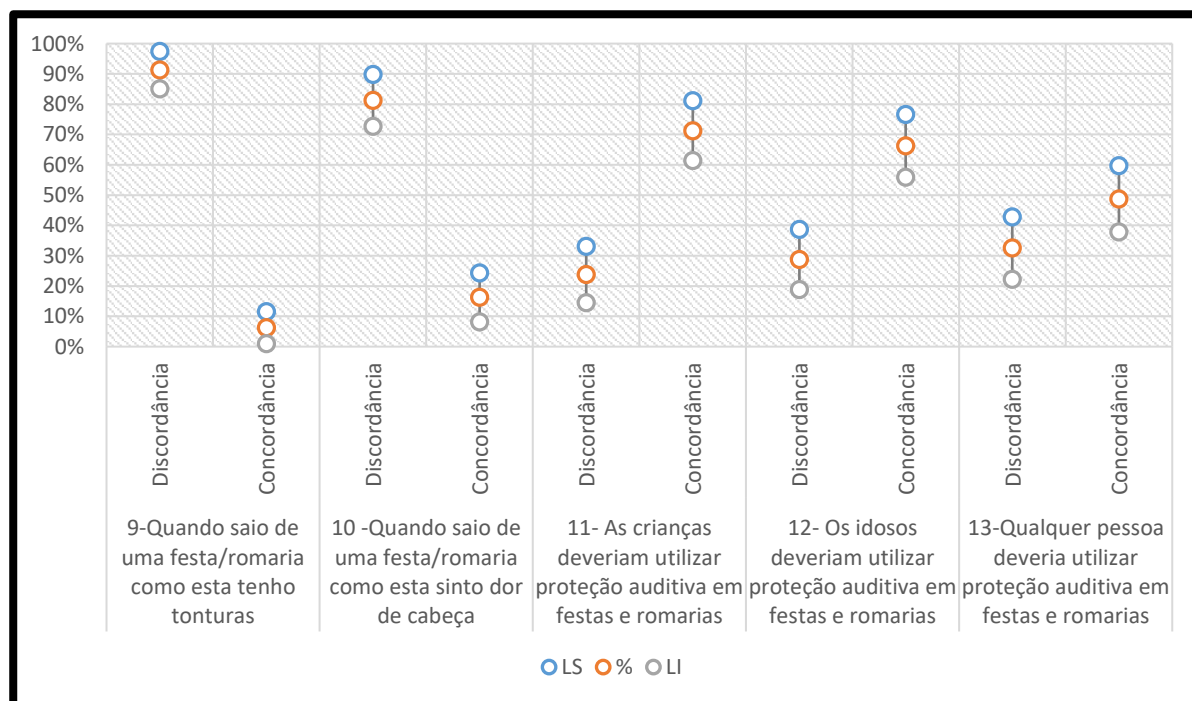


Figura 5.8 - Intervalos de confiança a 95% para a concordância/ discordância com as afirmações itens 9 a 13

Para as afirmações “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade”, “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” e “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” não há diferenças significativas entre a concordância e a discordância.

Para as afirmações “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido”, “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária”, “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas” e “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça” a discordância é superior à concordância.

Para as afirmações “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” a concordância é superior à discordância.

Podemos concluir que se verifica a hipótese “Ho - A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias” apenas para as afirmações “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias”, com as quais se verifica concordância.

Para as restantes afirmações, podemos concluir que se verifica a hipótese “H1 - A população não reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias”, uma vez que não há diferenças significativas entre a concordância e a discordância ou a discordância é superior à concordância.

Uma segunda análise foi realizada para os intervalos de confiança para a média das respostas às afirmações, conforme pode ser visto na Tabela 5.20.

Tabela 5.20 - Intervalos de confiança a 95% para a média das respostas às afirmações

	Média	IC a 95%	
		LI	LS
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade	3,35	2,88	3,82
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	4,01	3,51	4,52
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	2,38	1,95	2,80
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	2,91	2,41	3,42
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	1,79	1,45	2,13
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	1,49	1,19	1,78
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	2,09	1,66	2,52
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	4,88	4,38	5,37
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	4,74	4,22	5,26
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	4,04	3,56	4,52

Por exemplo, para a questão “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade” como o IC a 95% é [2,88; 3,82], como é inferior ao ponto intermédio da escala de medida, podemos afirmar que, em média, existe discordância.

Um segundo exemplo, para a questão “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” como o IC a 95% é [3,51; 4,52], como inclui o ponto intermédio da escala de medida, podemos afirmar que, em média, não existe discordância nem concordância.

Outro exemplo, para a questão “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” como o IC a 95% é [4,38; 5,37], como é superior ao ponto intermédio da escala de medida, podemos afirmar que, em média, existe concordância.

Ilustram-se graficamente estas diferenças na Figura 5.9.

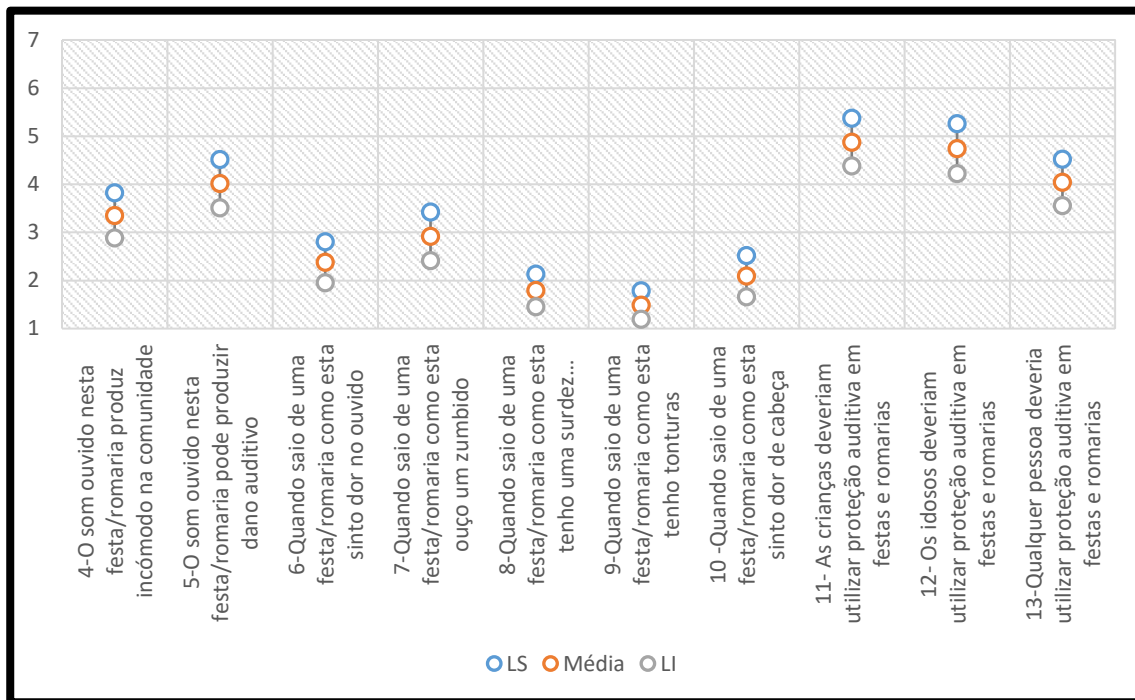


Figura 5.9 - Intervalos de confiança a 95% para a média das respostas às afirmações

Para as afirmações “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” e “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” não existe concordância nem discordância.

Para as afirmações “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade”, “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido”, “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária”, “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas” e “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça” verifica-se discordância.

Para as afirmações “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” verifica-se concordância.

Novamente podemos concluir que se verifica a hipótese “Ho - A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias” apenas para as afirmações “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias”, com as quais se verifica concordância.

Para as restantes afirmações, podemos concluir que se verifica a hipótese “H1 - A população não reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias”, uma vez que se verifica discordância ou não existe concordância nem discordância.



Uma terceira análise foi realizada para os intervalos de confiança para os fatores anteriormente construídos conforme pode ser verificado na Tabela 5.21.

Tabela 5.21 - Intervalos de confiança a 95% para a média dos fatores

	Média	IC a 95%	
		LI	LS
Fator 1 - Sintomas	2,13	1,81	2,45
Fator 2 - Proteção auditiva	4,42	3,98	4,85
Fator 3 - Incômodo na comunidade	3,35	2,88	3,82

Estes resultados também podem ser verificados na Figura 5.10.

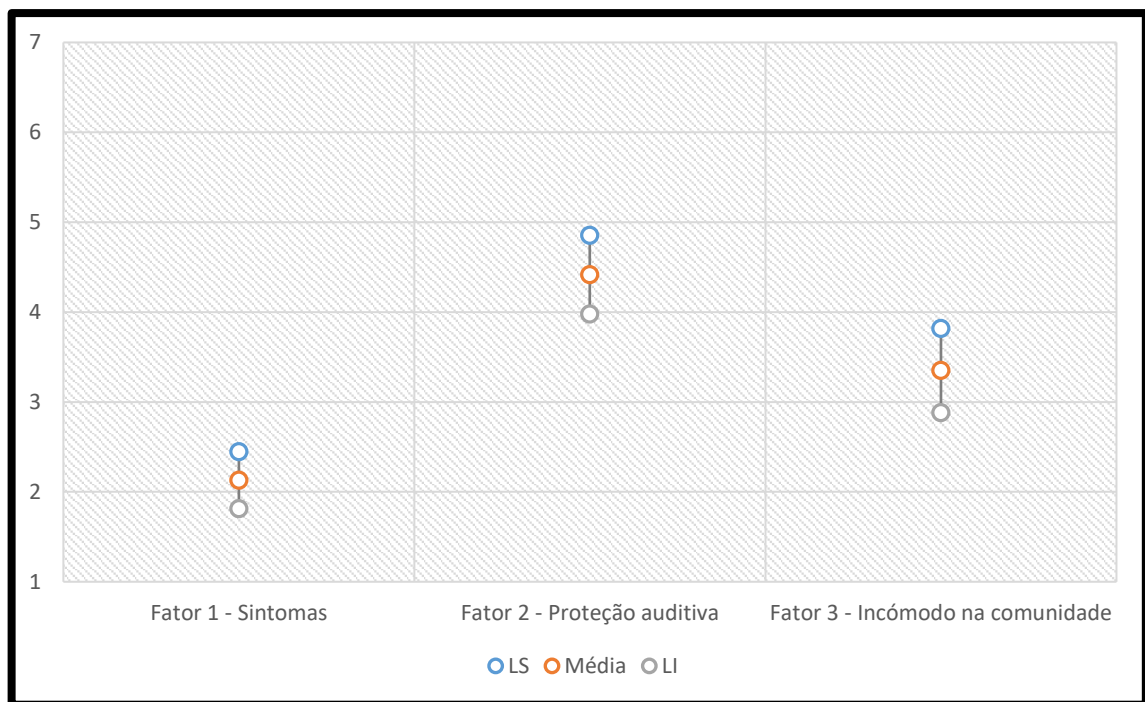


Figura 5.10 - Intervalos de confiança a 95% para a média dos fatores

Não se verifica concordância com os “Fator 1 – Sintomas” e “Fator 3 - Incômodo na comunidade”, uma vez que os seus ICs são inferiores ao ponto intermédio da escala. Quanto ao “Fator 2 - Proteção auditiva” podemos afirmar que existe sensibilidade para este fator, uma vez que o IC é tendencialmente superior ao ponto intermédio da escala. Novamente podemos concluir que se verifica a hipótese “Ho - A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias” apenas para o “Fator 2 - Proteção auditiva”.

Para os restantes “Fator 1 – Sintomas” e “Fator 3 - Incômodo na comunidade”, podemos concluir que se verifica a hipótese “H1 - A população não reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias”.

### 5.2.3.2. Comparação entre os eventos com ruído de fogo de artifício não piromusical e os evento piromusical

Este objetivo está associado às hipóteses:

- $H_0$  – Não existem diferenças entre o evento com ruído de fogo de artifício não piromusical e o evento piromusical
- $H_1$  - Existem diferenças entre o evento com ruído de fogo de artifício piromusical e o evento piromusical

Uma primeira análise compara a opinião sobre o som ouvido na festa entre os dois grupos, utilizando o teste do Qui-quadrado (Tabela 5.22)

Tabela 5.22 - Relação entre a opinião sobre o som ouvido na festa e o Local da festa

		3-O som ouvido nesta festa/romaria é:		
		Pouco intenso	Intenso	Muito intenso
Senhor de Matosinhos	N	9	11	20
(Não piromusical)	%	22,5%	27,5%	50,0%
São João do Porto	N	2	23	15
(Piromusical)		5,0%	57,5%	37,5%

A percentagem de “pouco intenso” é superior para o evento não piromusical, a percentagem de “intenso” é superior para o evento piromusical, a percentagem de “muito intenso” é superior para o evento não piromusical, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{(2)} = 9,404$ ;  $p = 0,009$ ).

Portanto, as opiniões extremas (pouco e muito intenso) são superiores para o evento não piromusical e a opinião intermédia (intenso) é superior para o evento piromusical, pelo que não podemos concluir que a opinião sobre o som seja superior para um dos locais. Embora não se possa concluir que se verifique a hipótese “ $H_0$  – Não existem diferenças entre os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais”, a verificação da hipótese alternativa “ $H_1$  - Existem diferenças entre os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais” está associada à verificação da prevalência da opinião intermédia (intenso) para o evento piromusical.

Uma segunda análise foi realizada para a média das respostas às afirmações. Para estudar a relação entre as respostas às afirmações do questionário com os locais das festas pode utilizar-se o teste paramétrico *t de Student*, uma vez que os grupos em estudo podem ser considerados de grande dimensão, que produz os seguintes resultados (Tabela 5.23).

Tabela 5.23 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre as afirmações e os locais das festas

		N	Média	DP	Teste-t	p
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	SM (Não piromusical)	40	3,75	2,169	1,720	0,089
	SJP (Piromusical)	40	2,95	1,986		
5-O som ouvido nesta festa/romaria	SM (Não piromusical)	40	4,68	1,992	2,729	** 0,008

		N	Média	DP	Teste-t	p
pode produzir dano auditivo	SJP (Piromusical)	40	3,35	2,338		
6-Quando saio de uma festa/romaria	SM (Não piromusical)	40	2,53	1,935	0,697	0,488
como esta sinto dor no ouvido	SJP (Piromusical)	40	2,23	1,915		
7-Quando saio de uma festa/romaria	SM (Não piromusical)	40	2,75	2,097	-0,637	0,526
como esta ouço um zumbido	SJP (Piromusical)	40	3,08	2,454		
8-Quando saio de uma festa/romaria como	SM (Não piromusical)	40	1,60	1,336	-1,102	0,274
esta tenho uma surdez temporária	SJP (Piromusical)	40	1,98	1,687		
9-Quando saio de uma festa/romaria	SM (Não piromusical)	40	1,55	1,431	0,418	0,677
como esta tenho tonturas	SJP (Piromusical)	40	1,43	1,238		
10 -Quando saio de uma festa/romaria	SM (Não piromusical)	40	2,10	1,905	0,058	0,954
como esta sinto dor de cabeça	SJP (Piromusical)	40	2,08	1,966		
11- As crianças deveriam utilizar proteção	SM (Não piromusical)	40	5,15	2,190	1,105	0,273
auditiva em festas e romarias	SJP (Piromusical)	40	4,60	2,262		
12- Os idosos deveriam utilizar proteção	SM (Não piromusical)	40	5,05	2,241	1,205	0,232
auditiva em festas e romarias	SJP (Piromusical)	40	4,43	2,395		
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção	SM (Não piromusical)	40	4,43	2,086	1,620	0,109
auditiva em festas e romarias	SJP (Piromusical)	40	3,65	2,190		

\*DP- Desvio Padrão\*\* diferença significativa para  $p < 0,01$

O valor de prova é inferior a 5% para “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo”, rejeita-se  $H_0$  e aceita-se  $H_1$ : considera-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois locais.

O valor de prova é superior a 5% para as restantes afirmações, não se rejeita  $H_0$ : considera-se que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois locais.

A concordância com “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo” é superior para o evento não piromusical, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas.

Na amostra, a concordância com “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade”, “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas”, “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias”, “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “13- Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” é superior para o evento não piromusical, a concordância com “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido” e “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária” é superior para o evento no piromusical, a concordância com “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça” é semelhante para os dois eventos, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Portanto podemos concluir que se verifica a hipótese “H1 - Existem diferenças entre os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais” para a concordância com “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo”, que é superior para o evento não piromusical; e que se verifica “Ho – Não existem diferenças entre os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais” para as restantes afirmações.

Uma terceira análise foi realizada para os fatores anteriormente construídos Tabela 5.24.

Tabela 5.24 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre os fatores e os locais das festas

		N	Média	Desvio padrão	Teste-t	p
Fator 1 – Sintomas	SM (Não piromusical)	40	2,11	1,481	-0,156	0,876
	SJP(Piromusical)	40	2,16	1,384		
Fator 2 - Proteção auditiva	SM (Não piromusical)	40	4,83	1,921	1,886	0,063
	SJP (Piromusical)	40	4,01	1,962		
Fator 3 - Incômodo na comunidade	SM (Não piromusical)	40	3,75	2,169	1,720	0,089
	SJP (Piromusical)	40	2,95	1,986		

O valor de prova é superior a 5% para todos os fatores, assim, não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois locais. A Figura 5.11 ilustra os resultados desta análise.

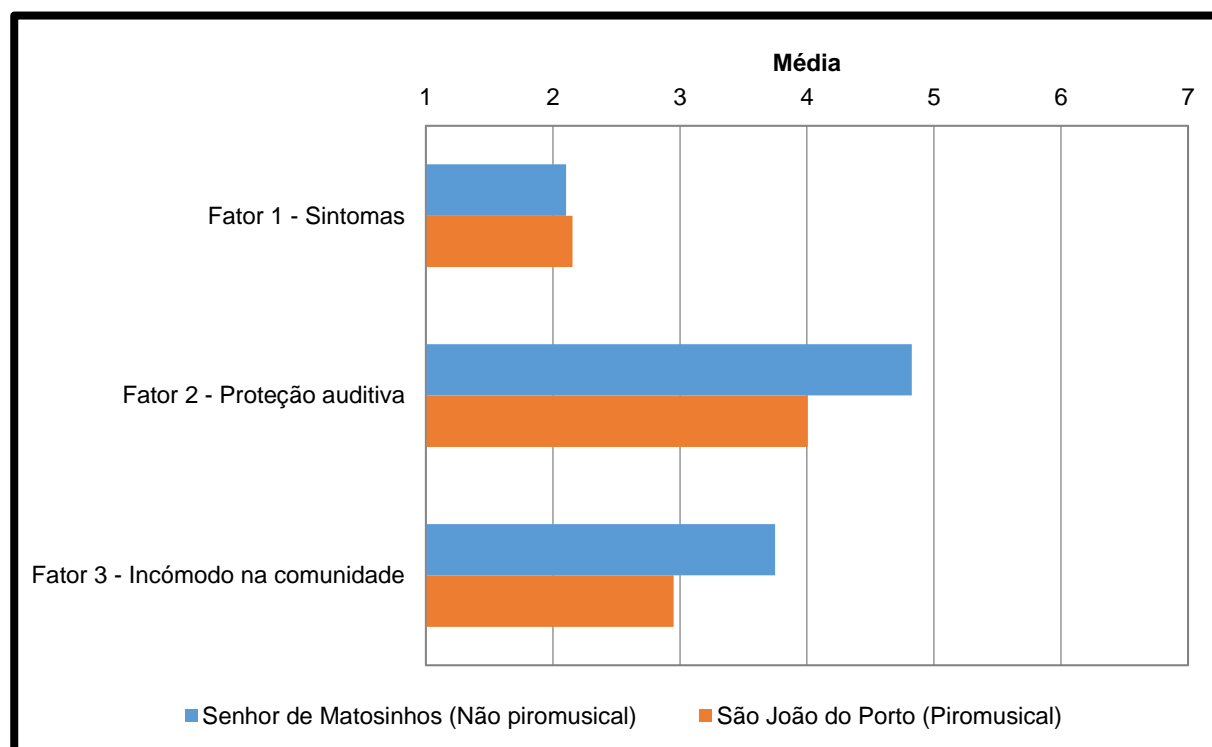


Figura 5.11 - Gráfico de médias: Relações entre os fatores e os locais das festas

Na amostra, a concordância com a existência de “Fator 1 – Sintomas” é idêntica para os dois locais, a concordância com a necessidade de “Fator 2 - Proteção auditiva” e com o “Fator 3 - Incômodo na comunidade” é superior para o evento não piromusical, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Portanto podemos concluir que se verifica a hipótese “Ho – Não existem diferenças entre os eventos com ruído apenas de fogo de artifício e os eventos piromusicais” para todos os fatores.

#### 5.2.3.3. Comparação da percepção ao risco da exposição ao ruído por diferença de gênero

Este item foi investigado conforme as seguintes hipóteses:

- $H_0$  – Não existe diferença de percepção do risco de exposição ao ruído entre gêneros para os eventos com ruído de fogo de artifício
- $H_1$  – Existe diferença de percepção do risco de exposição ao ruído entre gêneros para os eventos com ruído de fogo de artifício

A Tabela 5.25 de frequência a seguir mostra a relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído por diferença de gênero.

Tabela 5.25 - Relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído produzido e o gênero

		3-O som ouvido nesta festa/romaria é:		
		Pouco intenso	Intenso	Muito intenso
Masculino	N	7	11	15
	% no Gênero	21,2%	33,3%	45,5%
Feminino	N	4	23	20
	% no Gênero	8,5%	48,9%	42,6%

Na amostra, a percentagem de “pouco intenso” e de “muito intenso” é superior para o gênero masculino, a percentagem de “intenso” é superior para o gênero feminino, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{(2)} = 3,423$ ;  $p = 0,181$ ).

A Tabela 5.26 mostra a estatística descritiva (media e desvio padrão) e o resultado do teste t para as respostas dos itens 4 a 13 considerando o gênero.

Tabela 5.26 - Estatística descritiva e testes t: Relações entre as afirmações e o gênero

		N	Média	Desvio padrão	Teste t	P
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	Masculino	33	3,30	2,298	-0,166	0,868
	Feminino	47	3,38	1,984		
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	Masculino	33	4,24	2,180	0,761	0,449
	Feminino	47	3,85	2,322		

		N	Média	Desvio padrão	Teste t	P
6-Quando saio de uma festa/romaria	Masculino	33	2,52	1,955	0,545	0,587
como esta sinto dor no ouvido	Feminino	47	2,28	1,908		
7-Quando saio de uma festa/romaria	Masculino	33	2,85	2,167	-0,210	0,834
como esta ouço um zumbido	Feminino	47	2,96	2,368		
8-Quando saio de uma festa/romaria como	Masculino	33	2,12	1,799	1,660	0,101
esta tenho uma surdez temporária	Feminino	47	1,55	1,265		
9-Quando saio de uma festa/romaria	Masculino	33	1,52	1,349	0,155	0,877
como esta tenho tonturas	Feminino	47	1,47	1,333		
10 -Quando saio de uma festa/romaria	Masculino	33	2,15	1,986	0,248	0,805
como esta sinto dor de cabeça	Feminino	47	2,04	1,899		
11- As crianças deveriam utilizar proteção	Masculino	33	5,00	2,318	0,418	0,677
auditiva em festas e romarias	Feminino	47	4,79	2,186		
12- Os idosos deveriam utilizar proteção	Masculino	33	4,70	2,352	-0,130	0,897
auditiva em festas e romarias	Feminino	47	4,77	2,333		
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	Masculino	33	4,24	2,151	0,708	0,481
	Feminino	47	3,89	2,179		

O valor de prova é superior a 5% para todas as afirmações o que leva à conclusão de que não existem diferenças estatisticamente significativas para a percepção de risco de exposição do ruído entre os sexos masculino e feminino.

Na amostra, considerando o valor médio, a concordância com “5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo”, “6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido”, “8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária”, “9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas”, “10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça”, “11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” e “13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias” é superior para o gênero masculino

A concordância com “4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade”, “7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido” e “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” é superior para o gênero feminino, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

Uma outra análise foi realizada para os fatores anteriormente construídos Tabela 5.27 .



Tabela 5.27 - Estatística descritiva e Testes t: Relações entre os fatores e o gênero

		N	Média	Desvio padrão	Teste t	P
Fator 1 – Sintomas	Masculino	33	2,23	1,487	0,525	0,601
	Feminino	47	2,06	1,391		
Fator 2 - Proteção auditiva	Masculino	33	4,55	1,999	0,491	0,625
	Feminino	47	4,32	1,971		
Fator 3 - Incômodo na comunidade	Masculino	33	3,30	2,298	-0,166	0,868
	Feminino	47	3,38	1,984		

O valor de prova é superior a 5% para todos os fatores, assim, não existem diferenças estatisticamente significativas entre os dois gêneros. A figura 5.12 ilustra o resultado para as medias dos fatores

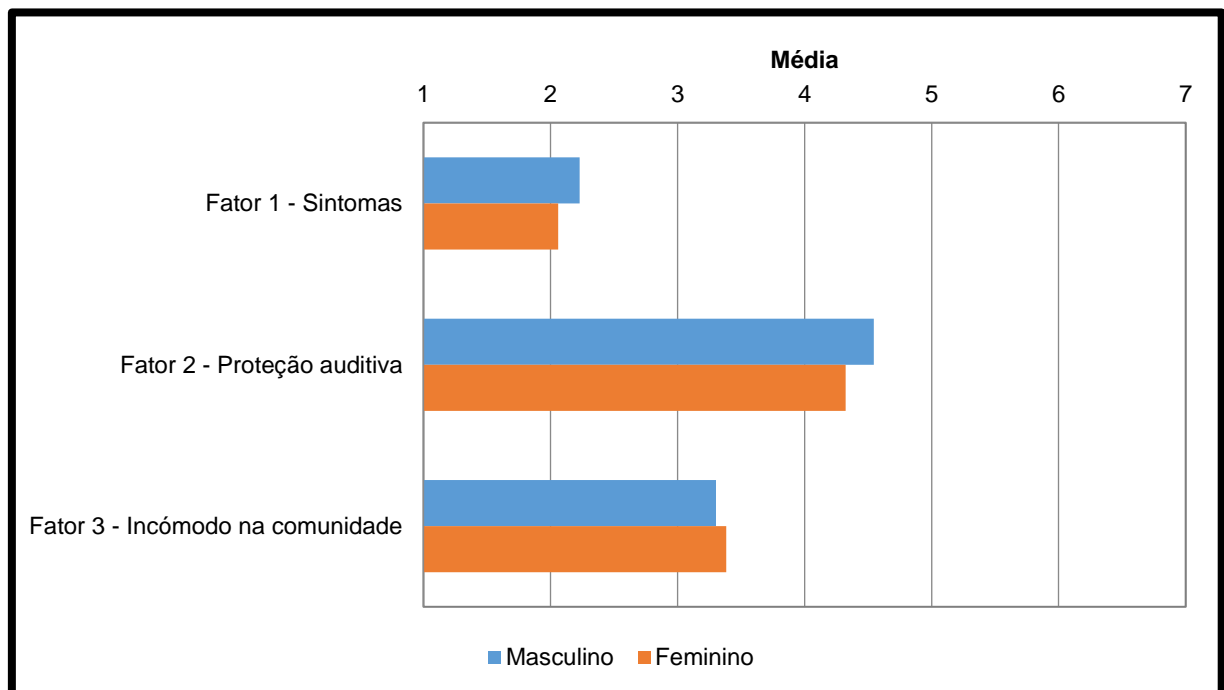


Figura 5.12 - Relações entre os fatores e o gênero

Na amostra, a concordância com a existência de “Fator 1 – Sintomas” e de “Fator 2 - Proteção auditiva” é superior para o gênero masculino, a concordância com a necessidade de “Fator 3 - Incômodo na comunidade” é superior para o gênero feminino, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

#### 5.2.3.4. Comparação da percepção ao risco de exposição ao ruído por diferença de idade

Este item foi investigado conforme as seguintes hipóteses:

- $H_0$  – Não existem diferenças entre idade para a percepção ao risco de exposição ao ruído em eventos com ruído de fogo de artifício
- $H_1$  – Existem diferenças entre idade para a percepção ao risco de exposição ao ruído em eventos com ruído de fogo de artifício

Uma vez que a variável faixas etárias tem muito poucas observações nas classes extremas, para possibilitar a análise inferencial, foi recodificada de acordo com a Tabela 5.28.

Tabela 5.28 - Recodificação de faixas etárias

	Frequência	Porcentagem
Menos de 18 anos	19	23,8
De 19 a 30 anos	22	27,5
De 31 a 45 anos	23	28,8
Mais de 46 anos	16	20,0
<b>Total</b>	<b>80</b>	<b>100,0</b>

A Tabela 5.29 mostra a relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído produzido nos eventos investigados e a idade.

Tabela 5.29 - Relação entre a opinião sobre a intensidade do ruído produzido e a idade

		3-O som ouvido nesta festa/romaria é:		
		Pouco intenso	Intenso	Muito intenso
Menos de 18 anos	N	3	10	6
	% na Idade	15,8%	52,6%	31,6%
De 19 a 30 anos	N	3	10	9
	% na Idade	13,6%	45,5%	40,9%
De 31 a 45 anos	N	4	6	13
	% na Idade	17,4%	26,1%	56,5%
Mais de 46 anos	N	1	8	7
	% na Idade	6,3%	50,0%	43,8%

A Figura 5.13 mostra a frequência relativa para a percepção da intensidade do ruído, por faixa etária. No gráfico é possível verificar que as pessoas na faixa de idade de 31 a 45 anos possuem uma percepção mais próxima da realidade em função dos resultados quantitativos da avaliação do ruído, se observarmos que estes valores estão acima de padrões normativos da U.E e da OMS.

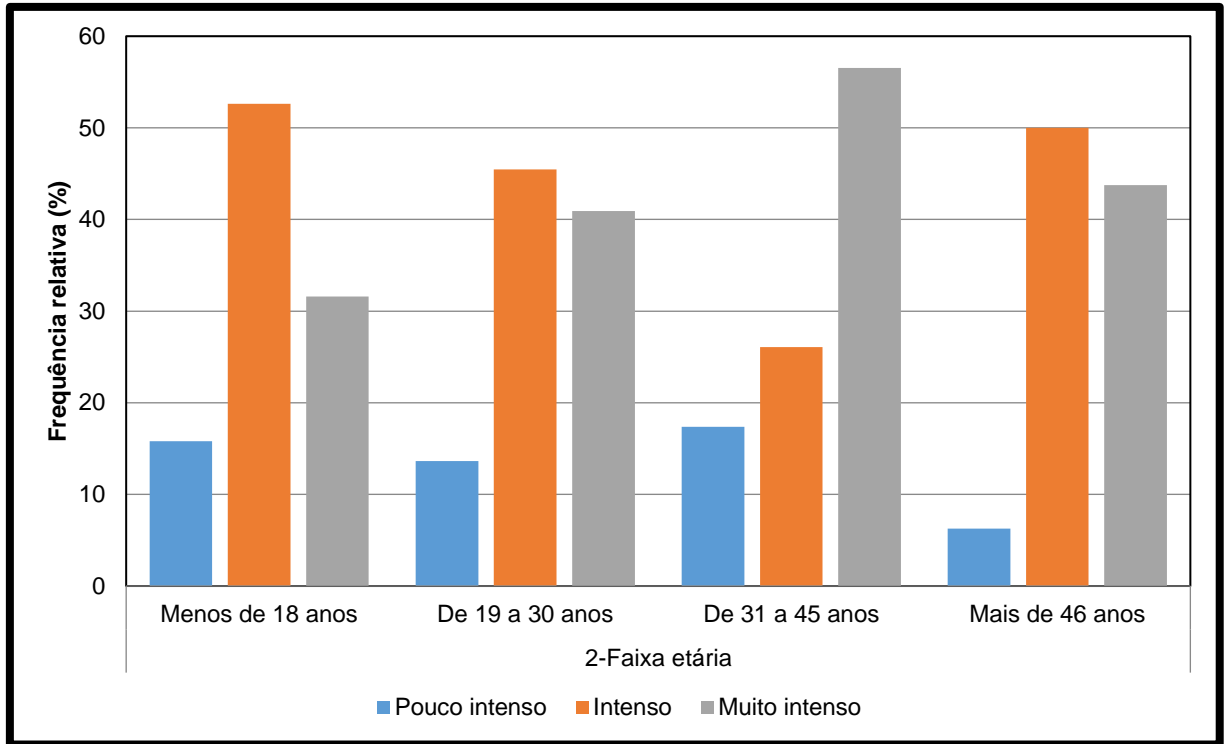


Figura 5.13 - Frequência relativa da relação idade e intensidade do ruído

Na amostra, a percentagem de “pouco intenso” é inferior para mais de 46 anos, a percentagem de “intenso” é inferior para 31 a 45 anos, a percentagem de “muito intenso” é superior para 31 a 45 anos e inferior para menos de 18 anos, mas as diferenças observadas não são estatisticamente significativas, de acordo com o teste do Qui-quadrado ( $\chi^2_{(6)} = 4,649$ ;  $p = 0,590$ ).

A Tabela 5.30 mostra o resultado do teste de Komogorov~Smirnov para verificação do pressuposto da normalidade da distribuição da concordância com as afirmações nas faixas etárias.

Tabela 5.30 - Teste Komogorov-Smirnov: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição da concordância com as afirmações nas faixas etárias

		Komogorov-Smirnov (a)		
		Estatística	GI	Valor de prova
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	Menos de 18 anos	0,194	19	0,057
	De 19 a 30 anos	0,231	22	** 0,003
	De 31 a 45 anos	0,233	23	** 0,002
	Mais de 46 anos	0,254	16	** 0,007
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	Menos de 18 anos	0,211	19	* 0,026
	De 19 a 30 anos	0,199	22	* 0,023
	De 31 a 45 anos	0,233	23	* 0,002

		Komogorov-Smirnov (a)		
		Estatística	GI	Valor de prova
	Mais de 46 anos	0,182	16	0,163
6-Quando saio de uma festa/romaria	Menos de 18 anos	0,342	19	** 0,000
como esta sinto dor no ouvido	De 19 a 30 anos	0,328	22	** 0,000
	De 31 a 45 anos	0,342	23	** 0,000
	Mais de 46 anos	0,383	16	** 0,000
7-Quando saio de uma festa/romaria	Menos de 18 anos	0,321	19	** 0,000
como esta ouço um zumbido	De 19 a 30 anos	0,335	22	** 0,000
	De 31 a 45 anos	0,302	23	** 0,000
	Mais de 46 anos	0,342	16	** 0,000
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	Menos de 18 anos	0,473	19	** 0,000
	De 19 a 30 anos	0,423	22	** 0,000
	De 31 a 45 anos	0,383	23	** 0,000
	Mais de 46 anos	0,460	16	** 0,000
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	Menos de 18 anos	0,495	19	** 0,000
	De 19 a 30 anos	0,509	22	** 0,000
	De 31 a 45 anos	0,458	23	** 0,000
	Mais de 46 anos	0,477	16	** 0,000
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	Menos de 18 anos	0,294	19	** 0,000
	De 19 a 30 anos	0,420	22	** 0,000
	De 31 a 45 anos	0,405	23	** 0,000
	Mais de 46 anos	0,480	16	** 0,000
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	Menos de 18 anos	0,309	19	** 0,000
	De 19 a 30 anos	0,258	22	** 0,001
	De 31 a 45 anos	0,221	23	** 0,005
	Mais de 46 anos	0,268	16	** 0,003
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	Menos de 18 anos	0,302	19	** 0,000
	De 19 a 30 anos	0,259	22	** 0,001
	De 31 a 45 anos	0,221	23	** 0,005
	Mais de 46 anos	0,207	16	0,064
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	Menos de 18 anos	0,196	19	0,053
	De 19 a 30 anos	0,240	22	** 0,002
	De 31 a 45 anos	0,240	23	** 0,001
	Mais de 46 anos	0,197	16	0,097

a Correção de significância de Lilliefors      \* significativa para  $p < 0,05$       \*\* significativa para  $p < 0,01$

O pressuposto da normalidade não se verifica para nenhuma das afirmações, pois pelo menos um valor de prova é inferior a 5%, pelo que se rejeita a hipótese nula. Desta forma, o teste paramétrico foi substituído pelo teste não paramétrico equivalente, o teste de *Kruskall-Wallis*. As estatísticas para este teste estão descritas na Tabela 5.31.

Tabela 5.31 - Estatística descritiva e Testes de Kruskal-Wallis: Relações entre as afirmações e a idade

	Idade	N	Média	Desvio padrão	Qui <sup>2</sup> (KW)	P
4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade	≤ 18 anos	19	3,84	1,979	3,25	0,355
	19 - 30 anos	22	2,91	2,068		
	31 - 45 anos	23	3,65	2,208		
	≥ 46 anos	16	2,94	2,144		
5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo	≤ 18 anos	19	4,26	2,182	0,29	0,962
	19 - 30 anos	22	3,82	2,260		
	31 - 45 anos	23	3,96	2,458		
	≥ 46 anos	16	4,06	2,235		
6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido	≤ 18 anos	19	2,42	1,981	0,42	0,935
	19 - 30 anos	22	2,59	2,039		
	31 - 45 anos	23	2,13	1,817		
	≥ 46 anos	16	2,38	1,962		
7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido	≤ 18 anos	19	3,00	2,427	1,78	0,618
	19 - 30 anos	22	2,77	2,202		
	31 - 45 anos	23	3,39	2,572		
	≥ 46 anos	16	2,31	1,702		
8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária	≤ 18 anos	19	1,32	,946	2,36	0,501
	19 - 30 anos	22	1,73	1,420		
	31 - 45 anos	23	2,13	1,842		
	≥ 46 anos	16	1,94	1,692		
9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas	≤ 18 anos	19	1,21	,535	1,60	0,659
	19 - 30 anos	22	1,27	1,077		
	31 - 45 anos	23	1,74	1,630		
	≥ 46 anos	16	1,75	1,770		
10 -Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça	≤ 18 anos	19	2,53	2,091	3,03	0,388
	19 - 30 anos	22	2,05	2,081		
	31 - 45 anos	23	2,00	1,809		
	≥ 46 anos	16	1,75	1,732		
11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	≤ 18 anos	19	5,37	1,978	2,85	0,416
	19 - 30 anos	22	4,59	2,130		
	31 - 45 anos	23	4,48	2,520		
	≥ 46 anos	16	5,25	2,236		
12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias	≤ 18 anos	19	5,95	1,649	8,02	* 0,046
	19 - 30 anos	22	4,32	2,191		
	31 - 45 anos	23	4,48	2,520		
	≥ 46 anos	16	4,25	2,595		
13-Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias	≤ 18 anos	19	4,74	1,968	2,33	0,507
	19 - 30 anos	22	3,73	1,980		
	31 - 45 anos	23	3,96	2,383		
	≥ 46 anos	16	3,75	2,295		

\* diferença significativa para  $p < 0,05$

O valor de prova é inferior a 5% para a afirmação “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias”. Desta forma, verificam-se diferenças significativas entre as idades.

O valor de prova é superior a 5% para as restantes afirmações. Desta forma, não se verificam diferenças significativas entre as idades.

O valor médio da concordância com “12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias” é superior para menos de 18 anos, sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas.

Na amostra, o valor médio da concordância com as restantes afirmações apresenta as variações ilustradas na Figura 5.14 e Figura 5.15 respectivamente, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas.

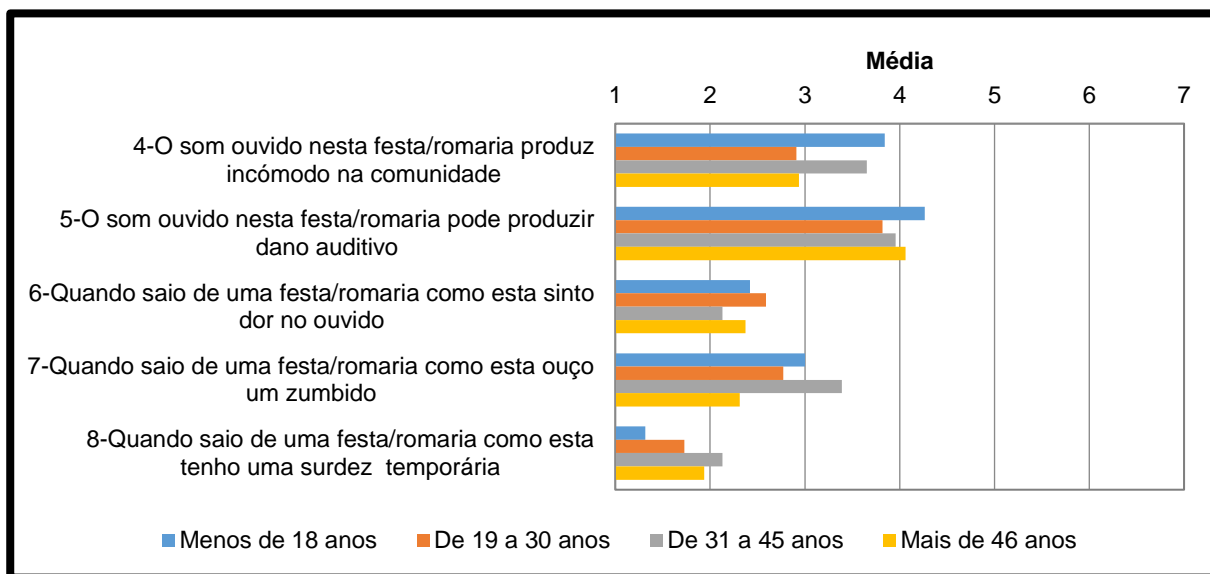


Figura 5.14 . Gráfico de médias das relações entre as afirmações e a idade dos itens 04 a 08

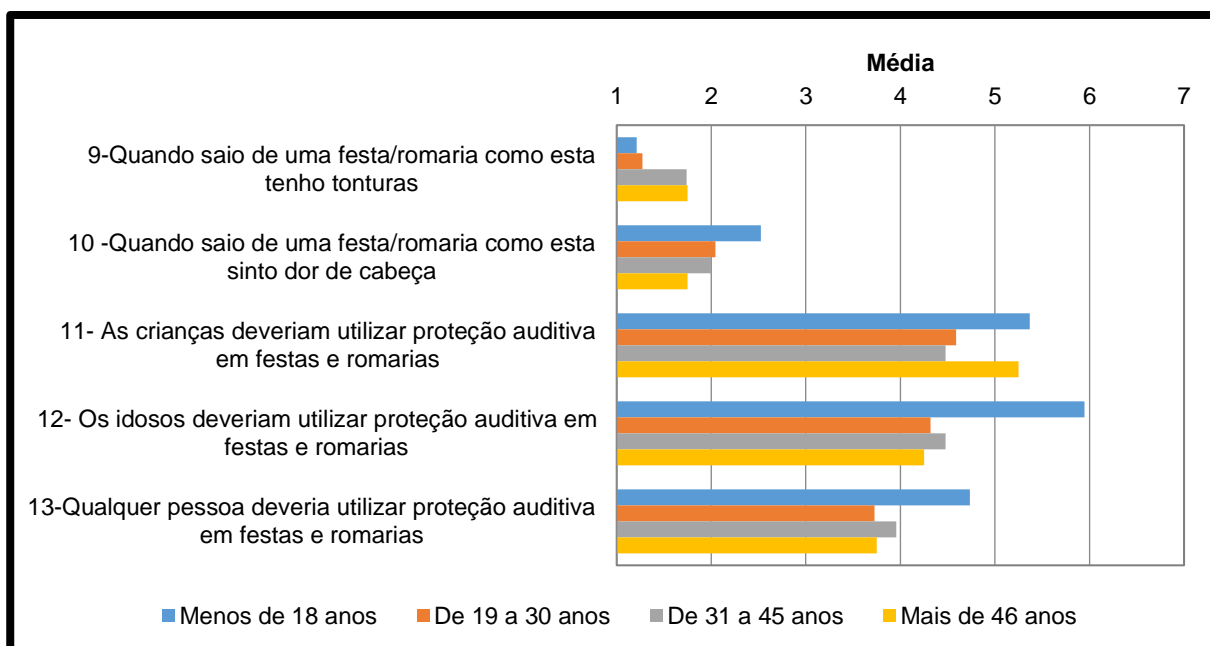


Figura 5.15 - Gráfico de médias das relações entre as afirmações e a idade dos itens 09 a 13



Uma análise com base nos fatores também foi realizada. Primeiramente foi verificada a condição de normalidade dos dados conforme o teste de Komogorov- Smirnov. A Tabela 5.32 mostra a verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos fatores nas faixas etárias.

Tabela 5.32 - Teste Komogorov- Smirnov: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos fatores nas faixas etárias

	Idade	Teste de Komogorov- Smirnov (a)		
		Estatística	GI	Valor de p
Fator 1 – Sintomas	≤ 18 anos	0,191	19	0,067
	19 - 30 anos	0,215	22	** 0,009
	31 - 45 anos	0,225	23	** 0,004
	≥ 46 anos	0,268	16	** 0,003
Fator 2 - Proteção auditiva	≤ 18 anos	0,153	19	> 0,200
	19 - 30 anos	0,133	22	> 0,200
	31 - 45 anos	0,197	23	* 0,021
	≥ 46 anos	0,159	16	> 0,200
Fator 3 - Incômodo na comunidade	≤ 18 anos	0,194	19	0,057
	19 - 30 anos	0,231	22	** 0,003
	31 - 45 anos	0,233	23	** 0,002
	≥ 46 anos	0,254	16	** 0,007

(a) Correção de significância de Lilliefors

\* significativa para  $p < 0,05$

\*\* significativa para  $p < 0,01$

O pressuposto da normalidade não se verifica para nenhum dos fatores, pois pelo menos um valor de prova é inferior a 5%. O teste paramétrico foi substituído pelo teste não paramétrico equivalente, o teste de *Kruskall-Wallis*.

A Tabela 5.33 mostra o resultado da estatística descritiva (média e desvio padrão) e Testes de *Kruskall-Wallis* para a relação entre as afirmações e a idade.

Tabela 5.33 - Estatística descritiva e Testes de *Kruskall-Wallis*: Relações entre os fatores e a idade

	Idade	N	Média	Desvio padrão	Qui <sup>2</sup> (KW)	P
Fator 1 - Sintomas	≤ 18 anos	19	2,09	1,210	0,40	0,941
	19 - 30 anos	22	2,08	1,252		
	31 - 45 anos	23	2,28	1,690		
	≥ 46 anos	16	2,03	1,578		
Fator 2 - Proteção auditiva	≤ 18 anos	19	5,08	1,557	2,52	0,471
	19 - 30 anos	22	4,11	1,867		
	31 - 45 anos	23	4,22	2,326		
	≥ 46 anos	16	4,33	2,004		

	Idade	N	Média	Desvio padrão	Qui <sup>2</sup> (KW)	P
Fator 3 - Incômodo na comunidade	≤ 18 anos	19	3,84	1,979	3,25	0,355
	19 - 30 anos	22	2,91	2,068		
	31 - 45 anos	23	3,65	2,208		
	≥ 46 anos	16	2,94	2,144		

O valor de prova é superior a 5% para todos os fatores- Assim, não se verificam diferenças significativas entre as idades. A Figura 5.16 ilustra as médias das relações entre os fatores e a idade. Na amostra, a prevalência de “Fator 1 - Sintomas” é superior para 31 a 45 anos, a concordância com o “Fator 2 - Proteção auditiva” é superior para menos de 18 anos, a concordância com “Fator 3 - Incômodo na comunidade” é superior para menos de 18 anos, seguida de 31 a 45 anos, no entanto, as diferenças observadas não são estatisticamente significativas conforme os resultados da tabela N anterior.

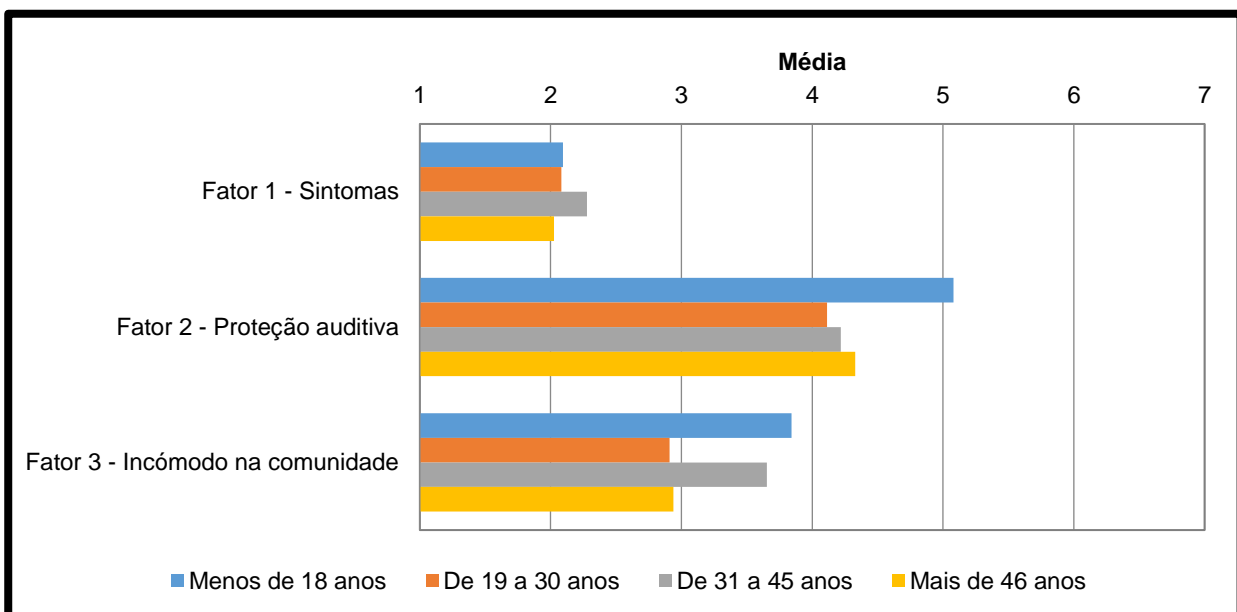


Figura 5.16: Gráfico de médias: Relações entre os fatores e a idade

### 5.3. OE2- AVALIAÇÃO DO RUÍDO EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

#### 5.3.1. AVALIAÇÃO DO RUÍDO PRODUZIDO POR DE FOGO DE ARTIFÍCIO

A Tabela 5.34 mostra os resultados de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{Amax}$ , os índices estatísticos  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$ , todos para ruído impulsivo e nível de pico. O nível de pico foi utilizado aqui para comparar os padrões de exposição ao ruído de fogos de artifício da Organização Mundial de Saúde. O indicador  $L_{Amax}$  está associado ao desconforto, aos efeitos nocivos, produzidos por som de eventos. Ele é usado para avaliar os níveis máximos de som durante o período de avaliação. Os índices estatísticos  $L_n$  representam o nível de pressão sonora excedido por n por cento do tempo de medição. Em outras palavras, por n por cento do tempo, as flutuações nos níveis de pressão sonora foram superiores ao nível  $L_n$ . O  $L_{A10}$  é o nível excedido durante 10% do tempo de medição. Durante 10% do tempo, o ruído apresenta um nível de pressão sonora acima do valor de  $L_{A10}$ . Durante o resto do tempo, o ruído apresenta um nível de pressão sonora igual ou inferior a  $L_{A10}$ . Este indicador representa, com boa probabilidade, o nível de pressão sonora referente a eventos esporádicos ou intermitentes. O  $L_{A50}$  é o nível excedido durante 50% do

tempo de medição. Indica, estatisticamente, o ponto médio das leituras de ruído. Isso representa uma média dos níveis de ruído flutuante. O  $L_{A90}$  é o nível excedido durante 90% do tempo de medição. Durante 90% do tempo, os níveis de ruído estavam acima desse nível. Para fins práticos e ao adotar técnicas estatísticas, o  $L_{A90}$  pode ser considerado como ruído de fundo ou como ruído residual. O ruído residual é o ruído restante em um ponto sob certas condições, quando o ruído da fonte específica é suprimido. Por sua vez, o ruído de fundo é usado para significar o nível medido quando a fonte específica não é audível. Conforme explicado no capítulo em que se aborda a metodologia, o ponto de avaliação sempre foi aquele em que a população esteve mais próxima do local de explosão dos fogos. A distância horizontal (D.H) aproximada, em metros, encontra-se na tabela referida. Esta distância foi estimada no Google Earth.

Tabela 5.34 - Resultados em dB de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$  para ruído impulsivo e valor de  $L_{Cpico}$ 

Concelho	Tipo de espetáculo	D.H (m)	T (mim)	$L_{Aeq}$	$L_{Amin}$	$L_{Amax}$	$L_{A90}$	$L_{A50}$	$L_{A10}$	$L_{Cpico}$
Arouca	Piromusical	25	11	109,2	74,3	123	100,1	105,4	110,7	>140
Espinho	Piromusical	180	20	103,9	64,9	116,4	84,1	100,2	108,2	137,4
Guimarães	Piromusical	100	20	106,4	73,5	127,1	90,9	102,6	108,1	>140
Bragança	não-piromusical	100	14	106	63,3	120,1	90,7	104,3	108,8	139,3
Gondomar	não-piromusical	100	20	106,8	63,7	124	73,8	98,5	110,6	>140
Lousada	não-piromusical	100	8	112,9	67	122,4	107,3	111,6	115,6	>140
Lousada	não-piromusical	100	22	113,4	77,8	126,9	97,8	112	116,6	>140
Lousada	não-piromusical	100	14	113,3	67,1	122,9	100,3	112,1	116,5	>140
Maia	não-piromusical	100	12	98,3	59,9	111,2	69,8	86,8	101,2	135
Maia	Piromusical	60	14	107,6	86,8	125,7	96,6	104,6	109,5	>140
Marco Canaveses	Piromusical	150	20	103,5	78,9	123,3	90,8	99,6	105,2	>140
Matosinhos	não-piromusical	100	24	110,5	72,5	129,9	91,8	106,3	112,6	>140
Matosinhos	não-piromusical									
Matosinhos	(show infantil)	10	29	109,5	72	128	83,2	91,5	105,8	>140
Paredes	não-piromusical	200	11	108,5	72,9	123	99,9	106,8	110,9	>140
Penafiel	não-piromusical	80	13	110,1	95,6	118,1	104,5	108,6	113,1	>140
Porto	Piromusical	135	16	104,5	88,7	120,2	98,4	103	106,6	140
Póvoa de Varzim	não-piromusical	117	13	112,3	57,1	127,4	91,1	110,9	114,8	>140
Póvoa de Varzim	não-piromusical	117	3	110,3	95	121,2	101	109	112,6	>140
Póvoa de Varzim	não-piromusical	60	6	110,6	93,5	124,4	105,7	109,2	112,5	>140
Trofa	não-piromusical	30	16	111,6	60	127,3	66,1	106,1	114,4	>140
Valongo	não-piromusical	70	16	108,6	63,2	126,2	86,1	100	111,2	>140
Valongo	não-piromusical	70	13	105,3	69,4	122,5	80,7	95,9	107,5	>140
Viana do Castelo	não-piromusical	150	11	106,1	63,5	119,6	71,2	96,4	110,4	>140
Viana do Castelo	Piromusical	150	12	99,6	61,1	113,1	80,2	93,9	103,8	136
Vila Nova de Gaia	Piromusical	150	23	102	72,4	120,4	82,8	95,4	105,8	139,7
Vila Real	não-piromusical	60	46	110,4	65,1	123,7	102,8	108,5	113,3	>140
Lamego	não-piromusical	100	15	111,7	63,2	128,1	90,7	106,7	113	>140

A Tabela 5.35 mostra os valores médios, desvio padrão, coeficiente de variação, valores mínimos e máximos de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$ ,  $L_{A10}$  para o ruído impulsivo, o erro e o intervalo de confiança inferior e superior para um nível de confiança de 95%. Para o cálculo destes valores não se levou em conta ajustes de exposição relacionados com parâmetro Distância Horizontal (D.H).

Tabela 5.35 - Estatística dos parâmetros avaliados

	N	Média	Desvio Padrão	Coeficiente de Variação	Mínimo	Máximo	Erro	IC95% Inferior	Superior
$L_{Aeq}$	27	107,88	4,05	3,75%	98,3	113,4	0,8	106,28	109,49
$L_{Amin}$	27	71,94	11,25	15,61%	57,1	95,6	2,16	67,49	76,39
$L_{Amax}$	27	122,82	4,52	3,7%	111	130	0,87	121,30	124,6
$L_{A90}$	27	90,31	11,52	12,75%	66,1	107,3	2,22	85,7	94,9
$L_{A50}$	27	103,18	6,71	6,5%	86,8	112,1	1,29	100,5	105,8
$L_{A10}$	27	110,34	3,96	3,58%	101,2	116,6	0,76	108,8	111,9

Na amostra, o  $L_{Aeq}$  tem um valor médio de 107,8 dB (A), com uma dispersão de valores de 4,05%, sendo os valores mínimo e máximo, respectivamente, 98,3 dB (A) e 113,4 dB (A); O  $L_{Amax}$  tem um valor médio de 122,8 dB (A), com uma dispersão de valores de 4,5%, sendo os valores mínimo e máximo, respectivamente, 111 dB (A) e 130 dB (A). Pode-se observar que, para os valores de  $L_{Amax}$ , na amostra, cerca de 81% dos eventos excedem o limite de 120 dB (A, imp.) determinado pela Polícia de Segurança Pública de Portugal e proposto pela União Europeia para os seus Estados Membros.

Todavia, vale ressaltar que todas estas exposições ocorreram além dos 15m preconizados pela normatiza. Ou seja, a 15m de distância, o valor deveria ser no máximo 120 dB (A, imp.), o que constitui uma não conformidade.

Por outro lado, na amostra, cerca de 81% dos eventos avaliados, a população é exposta a valores de pico igual ou maior que 140 dB (C) e 100% é exposta a valores de pico acima de 120 dB (C), limites de exposição estabelecido pela OMS. O valor mínimo encontrado foi de 135 dB (C). Os valores de pico encontrados excederam, a exceção do valor máximo, os máximos valores de ruído produzido por uma metralhadora pesada (HMG) em um navio militar do Reino Unido HMS Grimsby. O HMG, é uma arma de calibre de 12,7 mm (0.50 polegadas) tipo L111A1. Estes valores foram, de acordo com o local avaliado, 160,7 dB (C) (asa da ponte) (único valor não excedido), 122,7 dB (C) (porta de estibordo), 117 dB (C) (porta da ponte) e 112,0 dB (C) (centro) (Paddan, 2016).

Extrapolando para a população do Norte de Portugal, considerando uma margem de erro de 0,87, é possível afirmar, com 95% de confiança, que a verdadeira média  $L_{Amax}$  está no intervalo de confiança [121,3; 124,6]. Para o valor  $L_{Aeq}$ , considerando a margem de erro de 0,8, pode-se concluir, para a população, que a verdadeira média está no intervalo de confiança [106,2; 109,4].

Os indicadores estatísticos mostram que, na amostra, em 90% do tempo dos eventos, as pessoas presentes estão expostas ao ruído com um valor médio de 90,3 dB (A). Em 50% do tempo, eles estão expostos ao ruído médio de 103,1 dB (A) e que, em 10% do tempo do evento, esse valor médio é de 110,3 dB (A). Analisando de forma mais detalhada, pode-se ver, por exemplo, que para um dos festivais da cidade de Lousada, que apresenta os maiores valores para esses índices, a população atual foi exposta por 11 minutos no  $L_{A50}$  ao valor de 112 dB (A) e no festival de Vila Real, o maior em termos de tempo de exposição, a população foi exposta, durante 23 minutos, ao  $L_{A50}$  de 108 dB (A).

Uma vez realizada a análise na amostra, partiu-se para a realização de testes de hipóteses, visando a extrapolação dos resultados.

Para os valores de  $L_{Amax}$  foi encontrado uma distribuição normal, uma vez que o valor  $p$  ( $> 0.200$ ) é superior a 5%. Desta forma, foi possível aplicar o teste  $t$  de Student para uma amostra. A Tabela 5.36 mostra as estatísticas descritivas e testes  $t$  para uma amostra onde foi feita uma comparação entre o valor médio do  $L_{Amax}$  e o valor de referência de 120 dB (A, imp.).

Tabela 5.36 - Estatística descritiva e testes  $t$  para uma amostra para o  $L_{Amax}$

	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b><math>t_{27}</math></b>	<b>gl</b>	<b>p</b>
$L_{Amax}$	27	122,82	4,52	3.238	26	* 0,03

\* Diferença significativa para  $p < 0,05$

O teste de hipótese para uma amostra mostrou que, na área onde a população assiste ao show, valor de  $L_{Amax}$  médio é significativamente maior do que 120dB (A, imp.). A diferença é estatisticamente significativa. Assim, o valor médio de  $L_{Amax}$  excede o valor de 120 (A, imp.) para a população, o que representa um risco de deficiência auditiva, para as pessoas que participam desse tipo de evento, em particular para grupos hipo-suscetíveis, tais como jovens adultos, crianças, infantes e idosos. A Figura 5.17 mostra o gráfico que compara o  $L_{Amax}$  com o valor de referência de 120 dB (A, imp.).

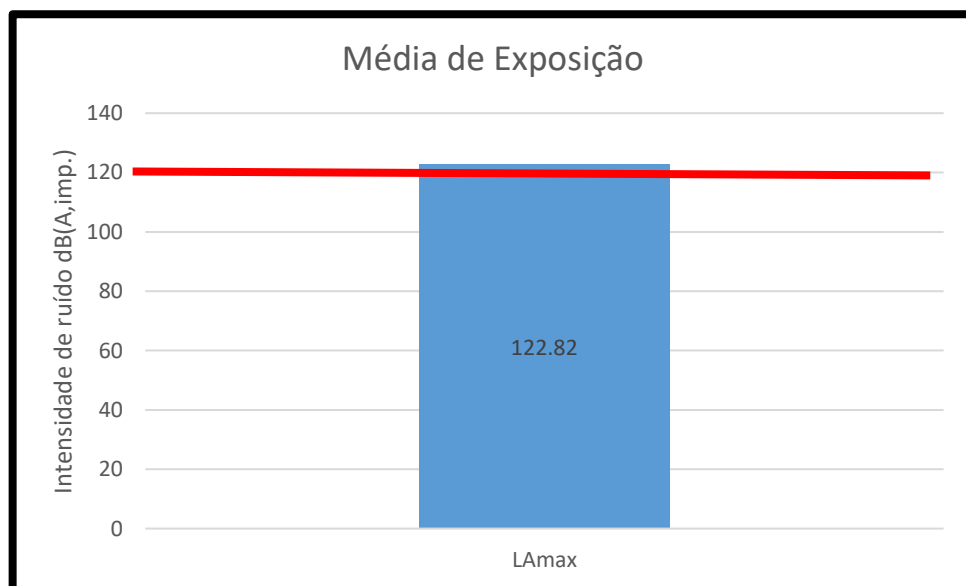


Figura 5.17 - Comparando o valor médio do  $L_{Amax}$  com o valor de referência de 120 dB (A, imp.).

A suposição de normalidade foi encontrada tanto para as variáveis qualitativas não piromusicais quanto para piromusical, já que todos os valores de teste são superiores a 5% (Tabela 5.37), portanto a hipótese nula não é rejeitada e o teste paramétrico  $t$ -Student pode ser utilizado, no caso, para duas amostras independentes.

Tabela 5.37 - Teste Komogorov-Smirnov: Verificação da normalidade da distribuição dos valores  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  nas duas classes (não piromusical e piromusical)

		Komogorov-Smirnov (a)		
		Estatística	GI	P
$L_{Aeq}$	Não-piromusical	0,187	18	> 0,200
	Piromusical	0,136	7	> 0,200
$L_{Amax}$	Não-piromusical	0,169	18	> 0,200
	Piromusical	0,226	7	> 0,200

a- Correção de significância de *Lilliefors*

A Tabela 5.38 mostra o resultado do Teste t de *Student*, onde pode ser visto que o valor p para a variável  $L_{Aeq}$  é inferior a 5% enquanto a variável  $L_{Amax}$  é superior a 5%.

Tabela 5.38 - Resultado do teste t de Student para  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ .

		N	Média	Desvio Padrão	$t_{20}$	P
$L_{Aeq}$	Não-piromusical	19	109,27	3,630	3,187	0,04
	Piromusical	8	104,59	3,090		
$L_{Amax}$	Não-piromusical	19	123,52	4,392	1.258	0,220
	Piromusical	8	121,15	4,674		

O teste de hipótese para duas amostras independentes mostrou que, na amostra, o valor médio de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  é maior para eventos não-piromusicais. As diferenças observadas são estatisticamente significativas para  $L_{Aeq}$  ( $p = 0,04$ ). Assim, podemos afirmar que há uma diferença de exposição em fogo piromusical e não-piromusical, para  $L_{Aeq}$ . Ou seja, na população, o valor médio da intensidade do ruído produzido por fogo de artifício em eventos não-piromusicais é significativamente maior do que o ruído médio produzido nos eventos piromusicais. No entanto, para  $L_{Amax}$  ( $p = 0,220$ ), não podemos afirmar que exista uma diferença de exposição em fogo piromusical e não-piromusical.

O facto de que o ruído do show não-piromusical ter valores de intensidade maior do que os eventos piromusicais pode ser explicado pela variação da distância de medição, variações de velocidade do vento e direção do vento no momento da medição, ou se pode estar diante de um caso de interferência destrutiva, ou seja, as ondas sonoras musicais podem estar "cancelando" o impulso produzido pelos fogos de artifício, minimizando a intensidade do ruído total. Desta forma, este resultado deve ser analisado com circunspeção.

A Figura 5.18 mostra o gráfico das relações entre os valores médios de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  e os eventos (piromusical e não-piromusical).



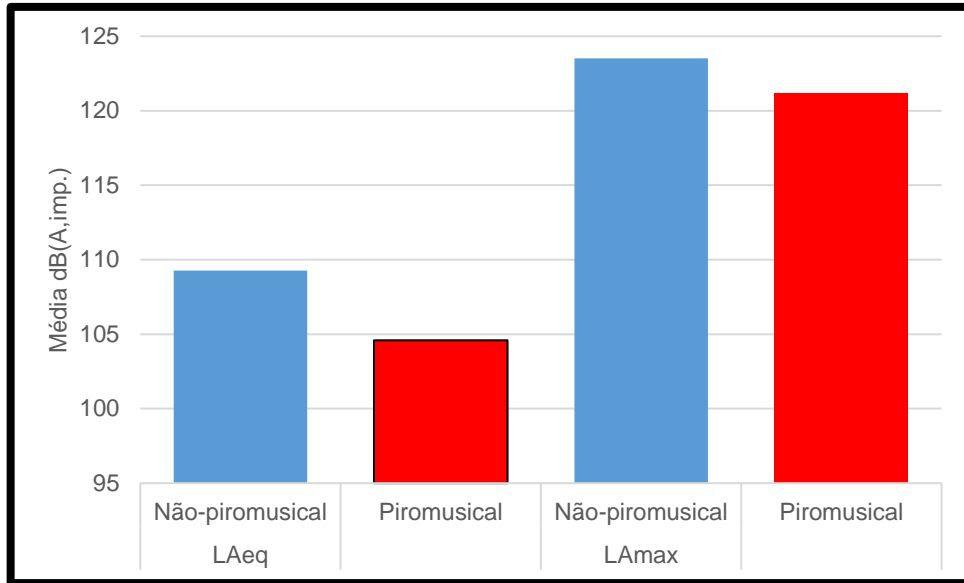


Figura 5.18 - Relação entre os valores médios de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  e os eventos (piromusical e não-piromusical)

Com o objetivo de aprofundar o conhecimento sobre o fenômeno acústico de interesse, foi realizada a análise da presença de ruído de caráter tonal nos eventos. Os ruídos tonais são aqueles cujo resultado de sua análise em frequência com largura de banda de 1/3 de oitava, é pelo menos 5 dB (A) maior do que as bandas de frequência adjacentes (*NP ISO 1996-2 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*, 2011). A Figura 5.19 mostra o espectro sonoro do ruído produzido pelos fogos de artifício da Festa da Sopa Seca, no Concelho de Penãfiel, único evento dos 27 avaliados que apresentou ruído tonal conforme se pode verificar em seu espectro. Neste sentido, ao resultado do  $L_{Aeq}$  deve ser somado 3 dB, conforme determina o Regulamento Geral do Ruído, totalizando assim um valor de 113,1 dB(A) ("Decreto-lei nº 9/2007, de 17 de janeiro (Aprova o Regulamento Geral do Ruído)," 2007).

No espectro, pode-se observar que o nível de pressão sonora na frequência de 50Hz é de 112,8 dB(A). A sua adjacente à esquerda, cuja a frequência é de 40 Hz o nível de pressão sonora é de 104,9 dB (A) enquanto que na frequência adjacente do lado direito (63Hz), é de 106,5 dB (A), uma diferença ( $\Delta L$ ) de 7,9 dB (A) para o lado esquerdo e de 6,3dB(A), caracterizando assim, como ruído tonal.

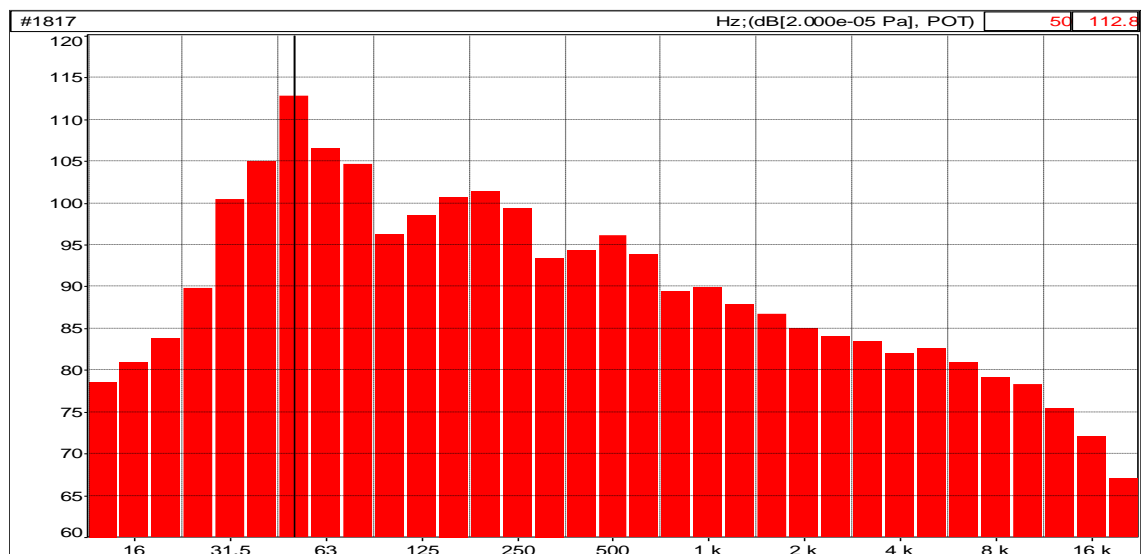


Figura 5.19 - Espectro sonoro do ruído produzido pelos fogos de artifício da festa da Sopa Seca-Penafiel

Na Tabela 5.39, os valores de frequências com maior intensidade do nível de pressão sonora podem ser verificados.

Tabela 5.39 - Resultado da análise de frequência do ruído de fogo de artifício

Distrito	Concelho	Tipo	f(Hz)
Aveiro	Arouca	piromusical	160
	Espinho	piromusical	200
Braga	Guimarães	piromusical	200
Bragança	Bragança	não-piromusical	200
Porto	Gondomar	não-piromusical	200
	Lousada	não-piromusical	160
	Lousada	não-piromusical	200
	Lousada	não-piromusical	200
	Maia	não-piromusical	125
	Maia	piromusical	50
	M. Canaveses	Piromusical	80
	Matosinhos	não-piromusical	200
	Matosinhos (show infantil)	não-piromusical	500
	Paredes	não-piromusical	125
	Penafiel	não-piromusical	50
	Porto	Piromusical	50
	Póvoa de Varzim	não-piromusical	160
	Póvoa de Varzim	não-piromusical	125
	Póvoa de Varzim	não-piromusical	160
	Trofa	não-piromusical	200
	Valongo	não-piromusical	160

Distrito	Concelho	Tipo	f(Hz)
	Valongo	não-piromusical	160
	Vila Nova de Gaia	Piromusical	50
V.Castelo	Viana do Castelo	não-piromusical	250
	Viana do Castelo	piromusical	100
Vila Real	Vila Real	não-piromusical	125
Viseu	Lamego	não-piromusical	160

No caso da análise do espectro de frequência, verificou-se que o ruído produzido por fogo de artifício, tanto em eventos piromusicais como não-piromusicais, tem características de baixa frequência. O único evento que apresentou a maior intensidade de ruído em média frequência (500Hz) foi o produzido para crianças criança, que também apresentou características tonais.

É bem conhecido o facto de que o ruído de baixa frequência ser o menos agressivo, mas o mais difícil de controlar porque difrata, superando as barreiras surgindo como uma nova fonte. No entanto, na avaliação do risco de exposição à intensidade do ruído é um parâmetro muito importante e, no caso específico do evento infantil, foram registrados valores máximos acima de 140 dB (C), o que caracteriza um ruído com intensidade bem acima do recomendado pela OMS para crianças, no caso de 120 dB (C). Considerando estes limites, pode-se afirmar que todas as crianças presentes nestes eventos, estiveram expostas acima do limite de exposição preconizado pela OMS. Em comparação com os padrões da União Europeia (120 dB (imp., A), o  $L_{Amax}$  foi de 128 dB (imp., A) e, portanto, não compatível. O  $L_{Aeq}$  foi de 109,5 dB (A), ainda muito intenso para os ouvidos das crianças, considerando que o tempo de exposição deste evento foi de 29 minutos. Em 50% desse tempo, o ruído foi de 91,5 dB (A). É comum neste evento que as crianças gritem e protejam suas orelhas quando os fantoches explodem em que o material pirofórico está inserido. Como as crianças são consideradas pela OMS como parte do grupo vulnerável para a exposição ao ruído, os eventos das crianças exigem cuidados específicos para a saúde auditiva.

É importante notar que esses valores foram obtidos em distâncias superiores ao mínimo permitido, que é 15m, o que aponta para uma revisão desse valor ou a adoção de outras medidas, como maior distância das fontes de ruído, redução do tempo de explosão do uso de fogos de artifício de proteção individual, modificação no processo de produção, produzindo fogos de artifício que emitem ruído menos intenso. No Itália, a cidade de Collecchio, em Parma, inovou. Durante as celebrações de toda a cidade, apenas fogos de artifício silenciosos são usados para proteger os animais de estimação, o que reflete, naturalmente, na proteção humana. Nesses eventos, a população assistiu ao show de fogo de artifício sem explosões. A diversão é devido à beleza das cores e à coreografia do show em sintonia com músicas (Yin, 2016).

Durante a coleta de dados, observou-se a presença de bebês, crianças, jovens, além de muitas mulheres grávidas e idosos, consideradas como grupos vulneráveis para exposição ao ruído pela OMS. Na diretriz recentemente publicada pela Organização Mundial da Saúde para o ônus da doença pelo ruído ambiental, conclui-se que pesquisas epidemiológicas futuras sobre o ruído precisarão se concentrar em grupos vulneráveis, como crianças, pessoas mais velhas e grupos socioeconômicos menos favorecidos (Kamp & Davies, 2013). Isso demonstra a necessidade de implementar um programa de educação ambiental com o objetivo de sensibilizar a população sobre os riscos de exposição ao ruído nos eventos avaliados. Também foi observado que muitas pessoas, nos momentos finais da apresentação, quando os níveis de ruído são mais intensos, protegem as orelhas com as mãos devido à dor causada pelo ruído produzido pelos fogos de artifício, o que é impossível para bebês e muitas crianças. Não era incomum

achar crianças abraçando e chorando durante as apresentações, mesmo aquelas destinadas a essa audiência, como fogos de artifício (Festa do Concelho de Matosinhos), elaborados com fantoches, mas produzindo um  $L_{Amax}$  de 129,9 dB (A, imp.) e com valores máximos superiores a 140 dB (C). O autor utilizou quatro tipos de diferentes protetores auriculares durante os eventos, sendo dois de inserção e dois tipos concha, aprovadas pela Comunidade Europeia. O tipo de concha 3M, com um *Noise Reduction Rating* (NRR) de 27 dB, impediu esse autor de sentir dor nos ouvidos, o mesmo ocorreu com o outro, mas que não apresentava valores de NRR. Os tampões não protegeram o autor da dor nas orelhas. Isto foi verificado em de Guimarães,  $L_{Amax}$  de 127,1 dB (A, imp.) e nível de pico > 140 dB (C) e Vila Real,  $L_{Amax}$  de 123,7 dB (A, imp.) e nível de pico > 140 dB (C). Estudos futuros devem ser realizados para verificar a adequação do uso da proteção auditiva em eventos com fogo de artifício.

É importante anotar que, embora esta avaliação, por razões de objetivos e custos benefícios se fixou na população, muitas vezes, no ponto de avaliação era frequente a presença de membros da Polícia de Segurança Pública. Ou seja, profissionais expostos aos níveis de ruído acima e que não apresentavam nenhuma proteção auricular. Vale salientar que o padrão normativo estabelece que exposição ocupacional a valores de ruído de pico acima do limite ação inferior de 135 dB(C) exige colocar à disposição do trabalhador dispositivos de proteção auditiva. Para valores de ruído de pico acima do limite superior de ação de 137 dB(C), este uso se torna obrigatório. Além disso, possuem o direito à informação de exposição ao risco e devem, no primeiro caso, serem avaliados do ponto de vista audiológico a cada dois anos, e, no segundo caso, anualmente.

Pode-se afirmar, com boa aproximação que, na amostra, a exposição destes profissionais, presentes em todos os eventos, sobretudo para garantir a não aproximação da população na zona de risco do show com fogo de artifício, o Limite de Ação Inferior foi ultrapassado em cerca de 96%. Para o Limite de Ação Superior Este percentual situa-se em torno de 92% e em cerca de 77%, os profissionais da PSP estão expostos acima do limite de exposição que é de 140 dB(C).

Uma questão relevante está relacionada aos valores de pico acima de 140 dB(C). Quando ocorre situações como esta, o chamado *overlap* (OVL), o instrumento em seu painel de leitura apresenta o sinal ++++. Todavia, quando se utiliza o seu programa computacional e selecionamos o item “histórico no tempo” para o ruído de pico, é possível verificar seja graficamente ou em tabela, os valores maiores do que 140 dB(C). Na Figura 5.20 é possível verificar que no período de avaliação do ruído do fogo de artifício, ocorreram sete *overlaps*, sinalizados de vermelho na parte inferior do gráfico. Dois deles estão sob as linhas azuis verticais do gráfico. Pode-se verificar que às 23h45m53s o valor de pico foi o equivalente a 143 dB(C) e que às 23h57m20s, o valor de pico foi de 143,3 dB(C). Ao consultarmos a empresa fabricante foi-nos informado que resultados acima de 140 dB(C) não deveriam ser considerados fidedignos uma vez que o limite máximo de leitura do instrumento seria este valor. Neste caso, segundo o fabricante somente com um microfone apropriado se poderia medir e obter resultados confiáveis quando os valores fossem maiores que 140 dB(C). Eis aí a razão pela qual assumiu-se nestes casos que o ruído de pico seria > 140 dB(C). Assim, por limitação do equipamento utilizado não foi possível verificar se os dados seguiam uma distribuição normal ou não, uma vez que este é o primeiro passo para se escolher um teste paramétrico ou não paramétrico visando verificar se a exposição para a população ultrapassava o valor de 140 dB(C), preconizado pela OMS. Neste sentido limitou-se a assumir apenas que estes valores eram > 140 dB(C).

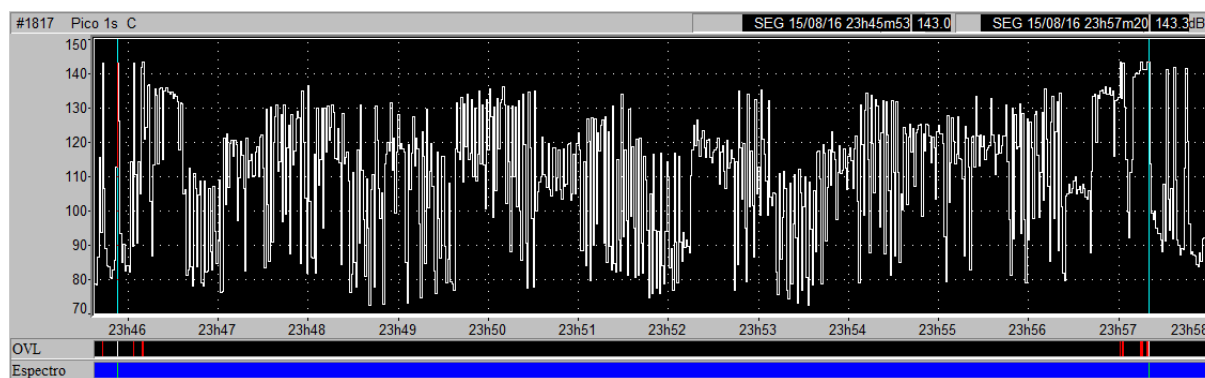


Figura 5.20 - Histórico de distribuição do ruído de  $L_{cpico}$  ao longo do tempo.

Um outro aspecto a ser observado é quanto a característica do show com fogo de artifício. De maneira quase generalizada o show começa com cerca de 4 a 5 explosões de alta intensidade para anunciar o início da queima do fogo de artifício, seguido durante quase todo o espetáculo com variações com picos de menor intensidade. Em seu final, visando informar que o show acabou, vários picos de maior intensidade são observados. É neste momento que muitos participantes colocam as mãos nos ouvidos visando se protegerem em função da dor causada pelas explosões. Após esta fase, o público saúda o show com palmas e assobios, mostrando todo seu contentamento com o evento. Em seguida a estes vários picos intensos, ainda são explodidos de 2 a 3 fogos com picos também de alta intensidade informando que o show acabou.

Por fim, mas não menos relevante, deve-se chamar a atenção para os limites de exposição preconizado pela Diretriz Europeia de 2013 que estabelece o limite de 120 dB (A, imp.) para toda população. Se compararmos este valor com o estabelecido pela OMS de 120 dB(C) para crianças, vamos verificar que, numa análise da distribuição acumulada da intensidade do ruído, quando utilizamos o padrão europeu, iremos observar para todos os casos investigados que valores acima de 120 dB (A, imp.) são raros e às vezes praticamente inexistentes. Todavia, se adotarmos o padrão da OMS de 120 dB(C), vamos verificar que acima deste valor, para todos os casos analisados, ainda teremos níveis de exposição elevados, o que constitui um grave problema de saúde pública, considerando que esta parte da população (crianças e bebês) estão sempre presentes nestes eventos sem nenhum tipo de proteção.

A Figura 5.21 mostra o resultado da distribuição acumulada do ruído produzido pelo fogo de artifício da festa do concelho de Vila Real (Mouçós). No lado esquerdo da figura vemos a exposição considerando a ponderação impulso, conforme a recomendação da diretiva europeia (120 dB(A), imp.). No lado direito a exposição considerando o limite para crianças da OMS (120 dB(C)). Observa-se que, se adotarmos o padrão da União Europeia, teremos a impressão de não exposição acima do limite, enquanto que se utilizarmos o padrão da OMS, teremos a certeza de que existe exposição acima do limite. Ou seja, se adotarmos o limite de 120 dB (A, imp.) podemos chegar à conclusão que não existe exposição ao ruído acima deste limite para nenhum indivíduo do público, quando se adotarmos o valor de 120 dB(C), veremos que, pelo menos um grupo considerado vulnerável pela OMS, está exposto a níveis elevados. Isto poderá gerar a sensação de falsa segurança em relação ao agente ambiental ruído para o caso de exposição de fogo de artifício, sendo então mais recomendável adotar o limite da OMS que evita gerar um falso negativo de exposição. Os resultados de todas as distribuições acumuladas encontram-se no apêndice 2 desta tese.

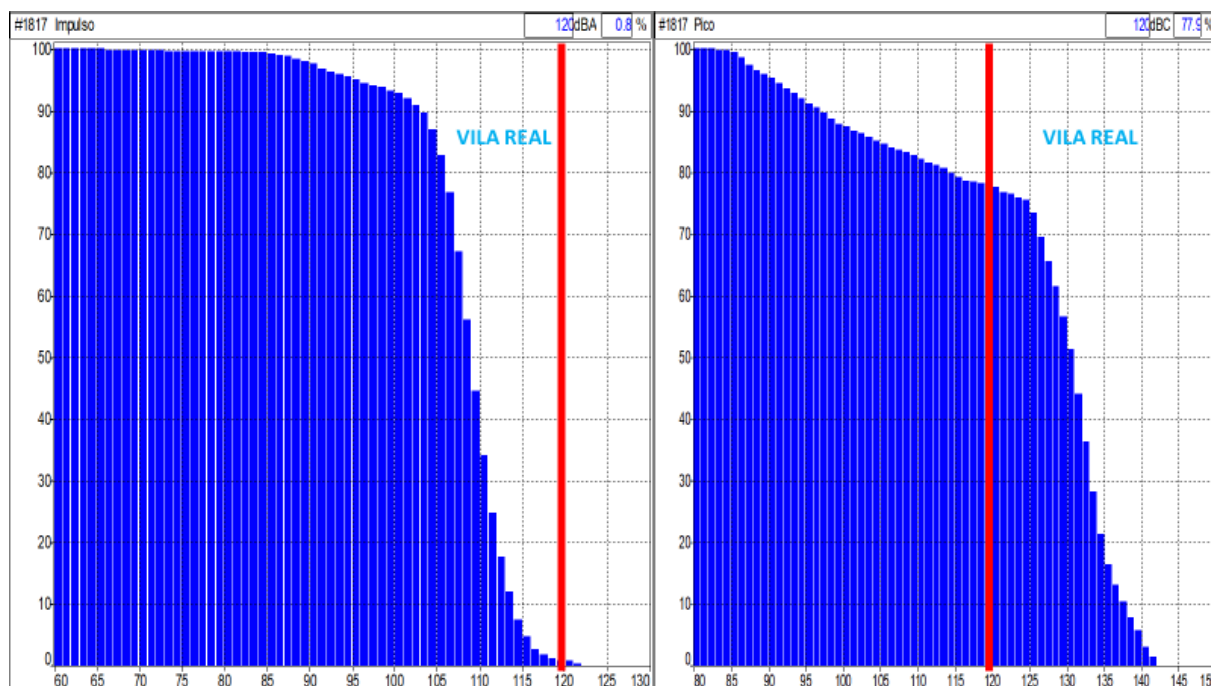


Figura 5.21 - Distribuição acumulada de ruído de fogo de artifício

### 5.3.2. AVALIAÇÃO DO RUÍDO PRODUZIDO POR BRINQUEDOS

Foram avaliados nos 20 eventos investigados um total de 99 brinquedos entre adultos e infantis.

A planilha completa dos resultados pode ser verificada no apêndice 3 desta tese. A Tabela 5.40 mostra a distribuição de frequência do número de brinquedos avaliados por evento em cada concelho. Na amostra, observam-se dados de 20 concelhos, sendo os mais representados os concelhos de Guimarães e Matosinhos com 13,1% cada, seguidos do Porto com 11,1% e de todos os restantes concelhos listados. Nos eventos que ocorreram em Paredes (Vila de Sobrosa) e em Vila Real só existia um único brinquedo. Em Penãfiel haviam dois brinquedos e apenas 1 foi avaliado.

Tabela 5.40 - distribuição de frequência do número de brinquedos avaliados por evento em cada concelho

	Frequência	Porcentagem
Arouca	4	4,0
Bragança	5	5,1
Espinho	3	3,0
Gondomar	5	5,1
Guimarães	13	13,1
Lamego	4	4,0
Lousada	3	3,0
Maia	7	7,1
Marco de Canaveses	6	6,1
Matosinhos	13	13,1
Paredes	1	1,0
Penãfiel	1	1,0



	Frequência	Percentagem
Porto	11	11,1
Póvoa Varzim	3	3,0
P.V -S. Pedro	2	2,0
Trofa	2	2,0
Valongo	5	5,1
Viana Castelo	3	3,0
Vila Nova Gaia	7	7,1
Vila Real	1	1,0
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>100,0</b>

A Figura 5.22 mostra a frequência de distribuição de brinquedos utilizados nos eventos investigados. Na amostra, observam-se dados de 28 brinquedos, sendo os mais representados os carrinhos de choque com 26,3% e o carrossel com 20,2%.

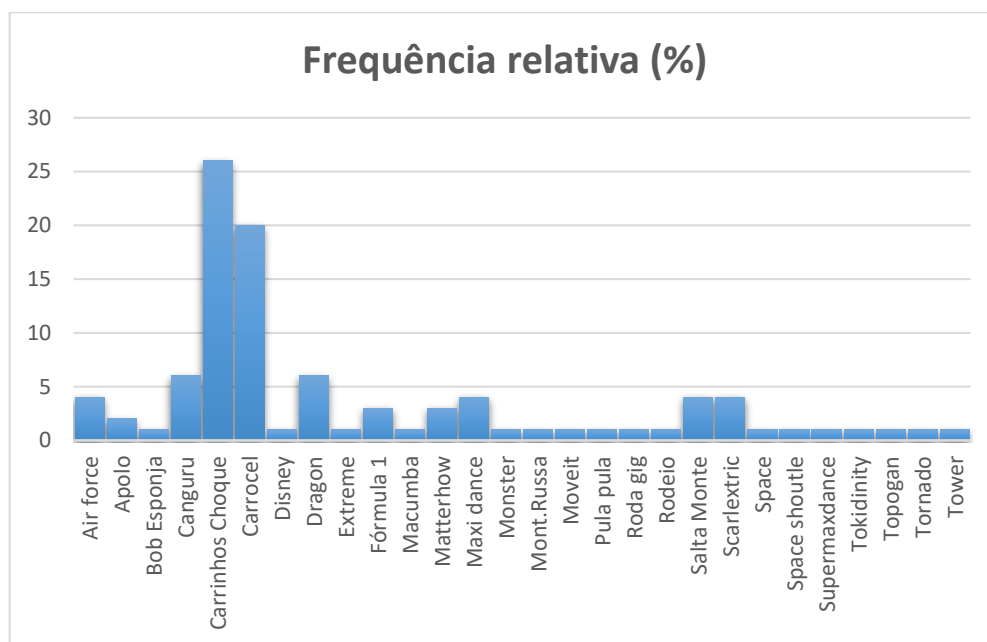


Figura 5.22 - Frequência de distribuição dos tipos de brinquedos utilizados nos eventos

A Tabela 5.41 mostra a distribuição de frequência de brinquedos por categorias adulto e infantil. Aqui, brinquedos infantis são aqueles destinados a crianças com idade de até no máximo 12 anos e brinquedos adultos são os utilizados por pessoas acima desta idade. Na amostra, cerca de 51% são brinquedos destinados às crianças e 49% são destinados aos adultos.

Tabela 5.41 - Frequência de distribuição de brinquedos por categorias adulto e infantil

	Frequência	Porcentagem
Adulto	49	49,5
Infantil	50	50,5
<b>Total</b>	<b>99</b>	<b>100,0</b>

Os resultados dos indicadores de ruído avaliados são apresentados na Tabela 5.42.

Tabela 5.42 - Estatística Descritiva dos indicadores  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$ 

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação
$L_{Aeq}$	99	66,4	106,8	86,4	6,3	7%
$L_{Amin}$	99	60,6	90,2	74,1	6,2	8%
$L_{Amax}$	99	71,2	117,7	96,4	7,2	7%
$L_{A90}$	99	63,5	99,2	79	6,3	8%
$L_{A50}$	99	65,7	104,4	84	6,3	7%
$L_{A10}$	99	68	110	89,2	6,6	7%

Na amostra, as médias dos resultados obtidos para o  $L_{Aeq}$  é de 86,4 dB, com uma dispersão de 7%, para um valor mínimo de 66,4 dB e um máximo de 106,8 dB. A média dos valores de  $L_{Amin}$  é de 74,1 dB, a dispersão de valores de 8%, entre um valor mínimo de 60,7 dB e um máximo de 90,2 dB. Para o  $L_{Amax}$ , a média dos resultados corresponde a 96,4 dB, com uma dispersão de 7%, similar à do  $L_{Aeq}$ , com um mínimo de 71,2 dB e um máximo de 117,7 dB. A média dos valores de  $L_{A90}$  é de 78,9 dB com uma dispersão de valores de 8%, com o valor mínimo de 63,5 dB e o valor máximo de 99,2 dB, o  $L_{A50}$  apresenta um valor médio de 84,1 dB, com uma dispersão de valores de 7%, com o valor mínimo de 65,7 dB e o valor máximo de 104,4 dB, o  $L_{A10}$  apresenta um valor médio de 89,2 dB, com uma dispersão de valores de 7%, com o valor mínimo de 68 dB e o valor máximo de 110 dB.

No caso do  $L_{Aeq}$ , verifica-se que, na média, o limite de exposição para a população não ultrapassou o valor estabelecido pela OMS de 100 dB. Este valor de média (86,4 dB(A)) foi influenciado para baixo considerando que os brinquedos da Festa das Gualterianas, em Guimarães, não produzem ruído originado de sistemas de som. Quando estes brinquedos são eliminados no cálculo da média, este valor passa a ser 86,9 dB(A), indicando pouca interferência desta ausência na média geral. Em apenas 04 dos 99 brinquedos, o  $L_{Aeq}$  ficou acima dos 100 dB, sendo que o valor de 106,8 dB ocorreu num brinquedo (supermaxdance) na Festa do Concelho da Maia. Os demais valores de  $L_{Aeq}$  que ultrapassaram este valor foram 102,6 dB (matterhow-Maia), 102,1 dB (carrinhos de choque adulto – Penãfiel-Festa da Sopa Seca) e 101,2 dB (maxidance-Póvoa de Varzim, Festa de São Pedro).

Por outro lado, estes resultados se mostraram superiores aos encontrados em parque temático em Orlando, Flórida, Estados Unidos da América, tanto para o valor mínimo, quanto o máximo, uma vez que os valores de  $L_{Aeq}$  variaram de 65 dB(A) a 85 dB(A) (F. Kaiser & Rohde, 15 Sep 2013).

Em relação ao  $L_{Amax}$ , os resultados encontrados, tanto para a média, como para seu valor máximo, foram superiores aos encontrados em outro parque temático nos EUA, que apresentou valores entre 85 dB(A) e 95 dB(A) (Menge, 1999).

Em função de alguns resultados do  $L_{Amax}$ , mais adiante se pode verificar um estudo de análise de espectro de ruído uma vez que valores acima de 110 dB foram encontrados. Este é o limite a partir do qual, conforme o padrão da OMS, deve-se realizar este tipo de análise.

Os indicadores estatísticos mostram que, na amostra, em 90% ( $L_{A90}$ ) do tempo dos eventos, as pessoas presentes estão expostas ao ruído com um valor médio de 79 dB. Em 50% ( $L_{A50}$ ) do tempo, eles estão expostos ao ruído médio de 84 dB e que, em 10% ( $L_{A10}$ ) do tempo do evento, esse valor médio é de 89,2 dB.

A Figura 5.23 mostra um gráfico com a média dos resultados obtidos para os indicadores de ruído avaliados.

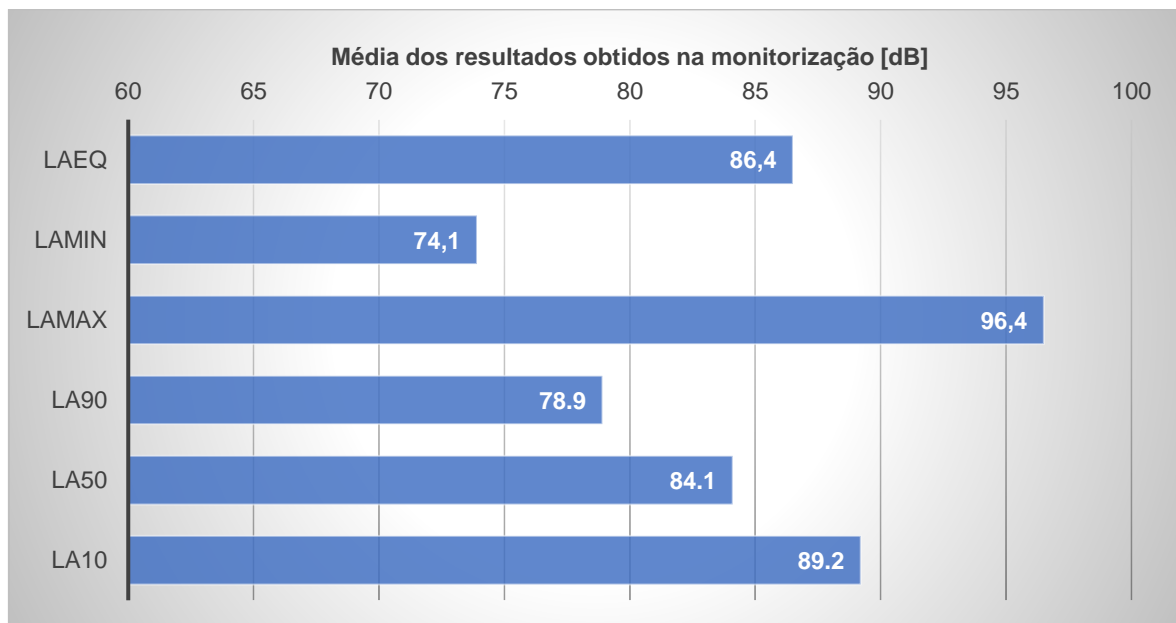


Figura 5.23 - Valores médios de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amin}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$  para brinquedos

Para melhor compreender o fenômeno acústico investigado testes de hipóteses foram realizados. O primeiro deles foi verificar se indicadores  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  para a amostra e a população ultrapassam os valores estabelecidos pela OMS para exposição ao ruído em cerimônias, festivais e atividades de entretenimento. Estes valores são 100 dB(A) e 110 dB(A) para o  $L_{Aeq}$  e o  $L_{Amax}$  respectivamente. Foram estabelecidos tomando por base 4 horas de exposição e com recomendação para os participantes não ultrapassarem cinco vezes por ano estes valores. Quando os grupos das amostras em estudo são grandes, a distribuição tende para a normalidade. Para amostras com mais de 30 elementos em cada um dos grupos em estudo, a violação do pressuposto da normalidade não põe em causa as conclusões. Sempre que a dimensão da amostra estiver nestas condições, não será necessário verificar o pressuposto e podem aplicar-se os testes paramétricos. Para verificar se o valor médio do  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  ultrapassam os valores de 100 dB (A) e 110 dB(A) respectivamente para a população utiliza-se o Teste t para uma amostra, e os resultados podem ser verificados na Tabela 5.43 e Tabela 5.44.

Tabela 5.43 - Estatística descritiva para o  $L_{Aeq}$  e Teste t para uma amostra

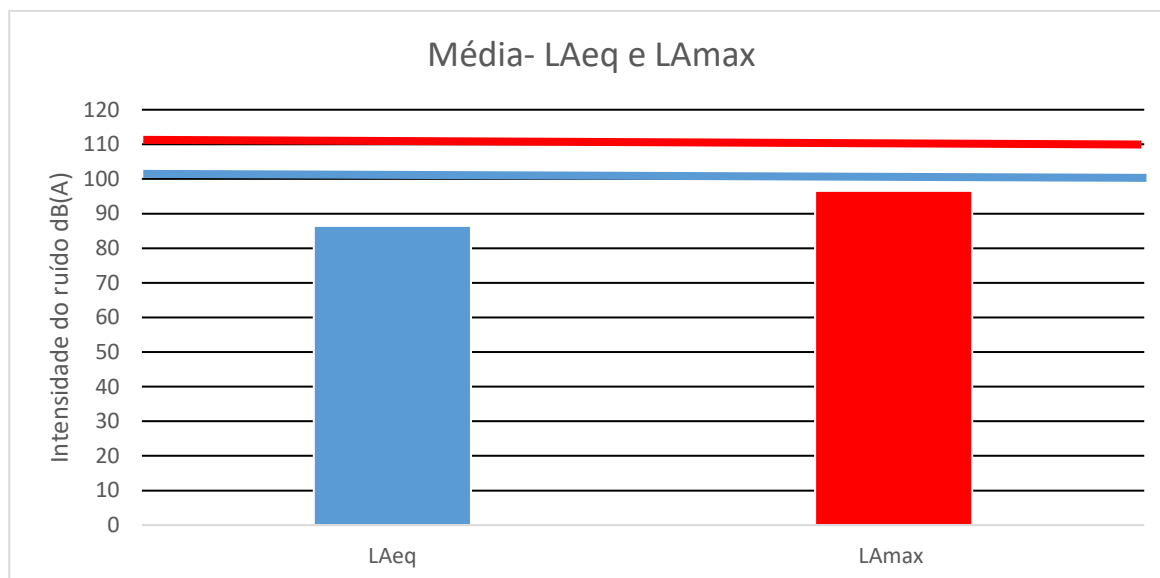
	N	Média	Desvio padrão	$t_{98}$	gl	P
$L_{Aeq}$	99	86,4	6,33	-21,551	98	** 0,000

\*\*  $p < 0,01$ Tabela 5.44 - Estatística descritiva para o  $L_{Amax}$  e teste t para uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	$t_{98}$	gl	P
$L_{Amax}$	99	96,57	7,35	-18,744	98	** 0,000

\*\*  $p < 0,01$ 

A Figura 5.24 abaixo mostra um gráfico da média de valores do  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ .

Figura 5.24 - Gráfico de médias para valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ 

Na amostra, o valor médio de  $L_{Aeq}$  ( $M=86,4$  dB(A)) é inferior a 100 dB(A). Na população, o valor médio de  $L_{Aeq}$  é significativamente inferior a 100 dB(A) ( $t_{98}=-21,188$ ,  $p<0,001$ ), portanto, o valor médio para o  $L_{Aeq}$  é inferior a 100 dB(A), tanto para a amostra como para a população. Em relação ao  $L_{Amax}$ , o valor médio é ( $M= 96,4$ dB(A)) é inferior a 110 dB(A). Na população o valor médio de  $L_{Amax}$  é significativamente inferior a 110 dB(A) ( $t_{98}=-18,178$ ,  $p<0,001$ ), portanto, o valor médio para o  $L_{Amax}$  é inferior a 110 dB(A), tanto para a amostra como para a população.

Durante o levantamento de dados um evento em particular nos chamou a atenção sob o aspecto de exposição da população ao ruído produzido por brinquedos. Nas Gualterianas, em Guimarães, a população do entorno do local onde o parque de diversões se instala, não aceitou a exposição ao ruído e os organizadores do evento determinaram a não utilização de equipamentos eletrônicos de produção e amplificação do som para minimizar o incômodo produzido.

Neste sentido, um teste estatístico foi realizado com o objetivo de verificar se para o  $L_{Aeq}$  assim como para  $L_{Amax}$  havia diferença de exposição ao ruído considerando parques de diversão que não havia proibição do uso de colunas de som e o das festas das Gualterianas, onde, por exigência da população, esta prática foi proibida.

Uma vez que a amostra dos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães) é de pequena dimensão ( $N=13$ ), para aplicar um teste estatístico paramétrico, primeiro foi necessário verificar o pressuposto da normalidade da distribuição da variável, com o Teste Komogorov-Smirnov (K-S). A Tabela 5.45 mostra o resultado deste teste para os indicadores  $L_{Aeq}$ .

Tabela 5.45 - Teste Komogorov-Smirnov: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos valores de  $L_{Aeq}$  nos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães)

		Komogorov-Smirnov		
		Estatística	GI	P
$L_{Aeq}$	sem fontes de som eletrônica	0,223	13	0,076

O pressuposto da normalidade verifica-se para os valores de  $L_{Aeq}$  nos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães), pois o valor de prova é superior a 5%, pelo que não se rejeita a hipótese nula, podendo ser utilizado o teste paramétrico. Assim, para verificar se os valores médios de  $L_{Aeq}$  são diferentes entre os dois tipos de locais, utilizou-se o Teste t para amostras independentes. A Tabela 5.46 mostra o resultado do Teste t para amostra independente.

Tabela 5.46 - Estatística descritiva e Teste t para amostras independentes: Relação entre os valores de  $L_{Aeq}$  e os locais (com ou sem fontes de som eletrônica)

		N	Média	Desvio padrão	$t_{98}$	P
$L_{Aeq}$	com fontes de som eletrônica	86	86,9	6,17	2,187	0,031
	sem fontes de som eletrônica	13	82,9	6,09		

A Figura 5.25 mostra um gráfico de médias da relação entre os valores de  $L_{Aeq}$  e os locais (com ou sem fontes de som eletrônica).

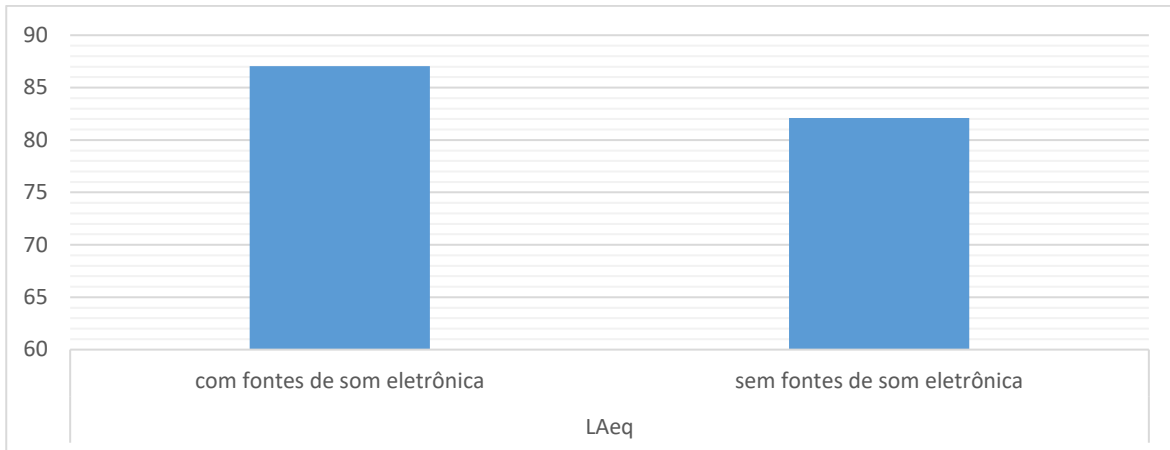


Figura 5.25 - Gráfico de médias: Relação entre os valores de  $L_{Aeq}$  e os locais (com ou sem fontes de som eletrônica)

Na amostra, o valor médio de  $L_{Aeq}$  é superior para os locais com fontes de som eletrônica ( $M=86,9$ ) e inferior para os locais sem fontes de som eletrônica ( $M=82,09$ ), e as diferenças observadas são estatisticamente significativas ( $t_{97} = 2,187$ ,  $p = 0,031$ ). Concluindo, podemos afirmar que o valor médio de  $L_{Aeq}$  entre os locais com fontes de som eletrônica é significativamente superior aos ou sem fontes de som eletrônica. Há aqui uma questão relevante. Do ponto de vista da exposição à intensidade de energia sonora, nos parques de diversão com equipamentos eletrônicos, na média, este valor é mais que o dobro do que no evento sem fontes eletrônicas, uma vez que o dobro de 82,1 dB(A) equivale a 85,1 dB(A), abaixo de 86,9 dB(A).

Em relação à análise do  $L_{Amax}$  para esta mesma situação, o resultado do teste de verificação de normalidade pode ser visto na Tabela 5.47.

Tabela 5.47 - Teste Komogorov-Smirnov: Verificação do pressuposto da normalidade da distribuição dos valores de  $L_{Amax}$  nos locais sem fontes de som eletrônica (Guimarães)

		Komogorov-Smirnov		
		Estatística	GI	P
$L_{Amax}$	sem fontes de som eletrônica	0,307	13	0,02

Uma vez que o p valor foi menor que 5%, verifica-se que, para os valores de  $L_{Amax}$  para as fontes sem a presença de som eletrônico, os dados não possuem uma distribuição normal. Neste sentido, utilizou-se um teste não paramétrico, no caso o teste do Sinal de *Wilcoxon*. A Tabela 5.48 mostra o resultado do estudo comparativo entre os valores de  $L_{Amax}$  para locais com som eletrônico e locais sem som eletrônico.



Tabela 5.48 - Estatística descritiva e Testes do Sinal de *Wilcoxon*: Comparação entre o valor médio de  $L_{Amax}$  com som eletrônico e sem som eletrônico (Gualterianas).

	<b>N</b>	<b>Mediana</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>z</b>	<b>p</b>
$L_{Amax}$	99	95,60	96,4	7,2	-8,639	*0,000

\* diferença significativa para  $p < 0,05$

Na população, a mediana de  $L_{Amax}$  (eventos com parques de diversão com som eletrônico) é significativamente superior ao  $L_{Amax}$  (eventos com parque de diversão sem som eletrônico (Gualterianas)), portanto, as diferenças observadas são estatisticamente significativas. Concluindo, a mediana de  $L_{Amax}$  (eventos com parques de diversão com som eletrônico) encontra-se acima de eventos sem som eletrônico para a população.

Desta forma, se pode concluir que a não utilização de equipamentos de som eletrônico nos parques de diversão, representa um ganho de qualidade de vida, tanto para a população usuária quanto para a população do entorno. O conforto acústico experimentando nas Gualterianas pelo autor foi significativo, possibilitando, inclusive dialogar com mais facilidades com os feirantes. Entre estes diálogos, alguns não são muito favoráveis à medida e outros informaram que na parte de brinquedos adultos, os jovens sempre preferem sons mais intensos que combinam com os brinquedos considerados mais “radicais”.

Se aprofundarmos ainda mais esta análise, vamos encontrar valores de  $L_{Amax}$  muito intensos conforme se pode verificar na Tabela 5.49. Na tabela, os valores representam os achados com intensidade igual ou acima de 110 dB(A).

Tabela 5.49 - Valores de  $L_{Amax}$  igual ou maior que 110 dB(A)

<b>Concelho</b>	<b>Brinquedo</b>	<b>Categoria</b>	<b>Valor de <math>L_{Amax}</math> dB(A)</b>
Maia	Fórmula 1	Adulto	114,9
Maia	Supermax	Adulto	117,7
Maia	Space	Adulto	111,4
Maia	Matterhow	Adulto	110,0
Porto	Macumba	Adulto	110,7
Póvoa de Varzim	Maxidance	Adulto	114,5

Valores tão intensos merecem ser analisados levando, ainda, em consideração o seu espectro de frequência. A Figura 5.26 mostra o espectro de frequência do brinquedo Supermax cujo valor de  $L_{Amax}$  chegou a 117,7 dB(A).

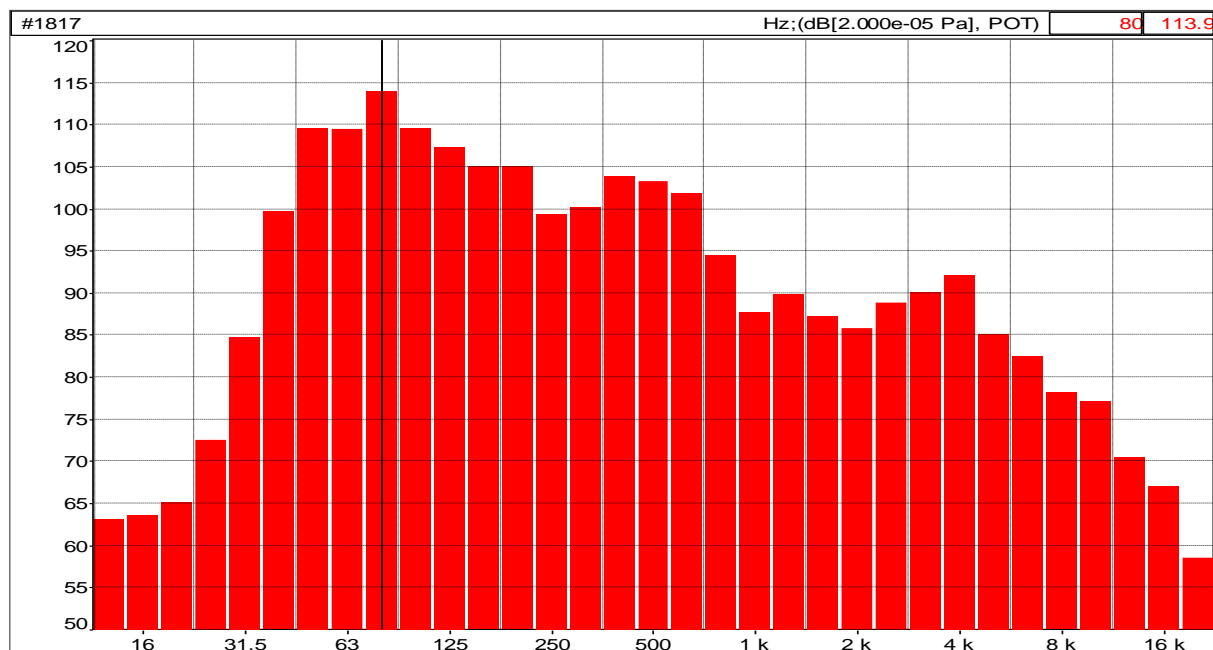


Figura 5.26 - Espectro de ruído do brinquedo Supermax, no concelho Maia

Observa-se que as maiores intensidades estão nas frequências menores, ou seja, graves. Este tipo de ruído, pelo princípio de *Huygens-Fresnel*, difrata, provocando um contorno dos obstáculos e iniciando-se como uma nova fonte, aumentando assim o seu alcance e incômodo da população, sendo o mais difícil de controle. Entretanto, nenhum dos brinquedos com  $L_{Amax}$  acima de 110 dB não apresentaram ruído tonal. A Tabela 5.50 mostra o resultado das frequências de maior intensidade para estes brinquedos.

Tabela 5.50 - Valores para efeito de análise de ruído tonal e frequência com maior intensidade de ruído

Concelho	Brinquedo	Frequência com maior intensidade (Hz)
Maia	Fórmula 1	50
Maia	Supermaxdance	80
Maia	Space	63
Maia	Matterhow	50
Porto	Macumba	63
Póvoa de Varzim (São Pedro)	Maxidance	80

Não se pode negligenciar que a presença do ruído no ambiente pode ser um dos indutores de acidentes e que nas áreas onde ocorrem a presença de brinquedos infantis necessita-se de um nível de atenção maior em relação a este público, sobretudo em caso de emergência. Valores de ruído ambiental em parques permanentes na faixa entre 80 dB(A) e 85 dB(A) foram considerados capazes de produzirem dificuldade em entendimento da fala. Para projetos de parques permanentes, visando uma boa comunicação, projetistas tem buscado manter os níveis de ruído variando de 70 dB(A) a 75 dB(A). Valores maiores do que este exigirá um esforço a mais do operador do brinquedo para, em caso de emergência se comunicar com as crianças, necessitando de equipamentos eletrônicos para este fim.

Com o objetivo de verificar se existe diferença para a exposição de ruído entre as categorias adulto e infantil para o  $L_{Aeq}$  e o  $L_{Amax}$ , foi aplicado o Teste t para ambos os indicadores. Uma vez que ambas as amostras em comparação podem ser consideradas de grande dimensão, para aplicar um teste estatístico paramétrico, não é necessário verificar o pressuposto da normalidade. A Tabela 5.51 apresenta as estatísticas descritiva e Testes t para amostras independentes para os valores de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$  e a exposição adulta e infantil.

Tabela 5.51 - Estatística descritiva e Testes t para amostras independentes: Relação entre os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  e a exposição adulta e infantil

	<b>Categoria</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Coefficiente de Variação</b>	<b><math>t_{97}</math></b>	<b>p</b>
$L_{Aeq}$	Adulto	49	88,2	7,60	8%	3,022	*0,030
	Infantil	50	84,6	3,94	5%		
$L_{Amax}$	Adulto	49	98,5	8,43	8%	3,017	*0,030
	Infantil	50	94,3	5,01	5%		

\*  $p < 0,01$

O valor médio de  $L_{Aeq}$  é superior para a exposição adulta ( $M=88,2$  dB(A)) e inferior para a exposição infantil ( $M=84,6$  dB(A)), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $t_{97}=3,022$ ,  $p=0,030$ ). Concluindo, podemos afirmar que o valor médio de  $L_{Aeq}$  é significativamente superior para exposição adulta quando comparada com a exposição infantil. O valor médio de  $L_{Amax}$  é superior para a exposição adulta ( $M=98,5$ ) e inferior para a exposição infantil ( $M=94,10$ ), sendo as diferenças observadas estatisticamente significativas ( $t_{97}=3,017$ ,  $p=0,030$ ). Concluindo, podemos afirmar que o valor médio de  $L_{Amax}$  é significativamente superior para exposição adulta quando comparada com a exposição infantil.

### 5.3.3. AVALIAÇÃO DE RUÍDO PRODUZIDO EM EVENTOS MUSICAIS

#### 5.3.3.1. Avaliação de show com a presença de operador de som/luz

Estes eventos são aqueles em que se utilizam equipamentos de elevada potência sonora e sistemas de iluminação complexos os quais exigem a presença de um operador de som/luz visando a monitorização adequada destes elementos.

Nestes eventos foram avaliados estes profissionais bem como o público presente conforme explicado no capítulo da abordagem metodológica.

#### 5.3.3.2. Avaliação de operadores de som e luz

A avaliação de operadores ocorreu em 34 situações diferentes, algumas delas no mesmo evento, mas variando o estilo musical conforme a Tabela 5.52 abaixo. A distância de avaliação da fonte foi estimada no Google Earth ("Google Earth,").

Tabela 5.52 - Resultado para o  $L_{EX,8h}$  e  $L_{CPico}$  na posição dos operadores de som e/ou luz

Item	Concelho	Estilo Musical	Distância de avaliação estimada (m)	$L_{EX,8h}$ dB(A)	$L_{CPico}$ dB(C)
1	Arouca	Folclore (Sanfona)	30	95,7	117,9
2	Arouca	MPP	30	88,4	117,3
3	Arouca	DJ	30	102,7	135,5
4	Espinho	POP	40	94,8	127,9
5	Espinho	MPP	40	95,4	131,4
6	Guimarães	POP	20	97,7	124,3
7	Guimarães	DJ	40	96,0	126,1
8	Bragança	MPP	40	98,1	130,0
9	Gondomar	Rock -MPP	40	98,4	129,1
10	Lousada	MPP	40	95,2	125,7
11	Lousada	MPB (Sertaneja)	40	90,0	114,1
12	Maia	DJ	40	104,7	133,1
13	Maia	MPP	40	89,2	121,9
14	Matosinhos	MPB	20	97,3	126,9
15	Matosinhos	Folclore (cantado)	20	85,8	109,1
16	Marco Canaveses	MPP	50	88,9	115,3
17	Paredes	Folclore (cantado)	40	91,8	114,1
18	Paredes	MPP	40	98,8	121,9
19	Penafiel	POP	20	94,5	128,1
20	Penafiel	MPP	20	93,2	140,8
21	Penafiel	Africano	20	98,6	131,0
22	Porto	MPP	40	96,9	122,4
23	Porto	Orquestra Sinfônica	40	80,6	106,3
24	Porto	MPP	40	100,0	128,6
25	Póvoa de Varzim	MPP	30	90,2	121,4
26	Póvoa de Varzim	MPP	30	96,8	121,7
27	Póvoa de Varzim	MPB	30	95,7	128,5
28	Trofa	MPB (Sertaneja)	30	102,6	134,8
29	Vila Nova de Gaia	Fado	40	90,6	116,1
30	Vila Nova de Gaia	MPP	40	93,1	130,9
31	Valongo	MPP	20	97,0	131,4
32	Viana castelo	MPP	30	96,3	118,8
33	Vila Real	MPP	40	93,3	129,5
34	Lamego	MPP	20	96,3	128,1

Uma vez que todos os valores na amostra para o  $L_{EX,8h}$  supera o Valor Limite de Exposição para este indicador, ou seja, 87 dB(A), verificou-se se esta situação poderia ocorrer para a população. Neste sentido, foi utilizado o Teste t para uma amostra sem a necessidade de verificar o pressuposto de normalidade em função desta s considerada de grande dimensão. A Tabela 5.53 mostra o resultado desta análise.

Tabela 5.53 - Estatística descritiva e Teste t para uma amostra: Verificar se o valor médio de  $L_{EX,8h}$  ultrapassa, na população, o valor de 87 dB(A)

	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>t<sub>34</sub></b>	<b>gl</b>	<b>P</b>
$L_{EX,8h}$	34	94,84	4,94	9,246	33	** 0,000

\*\*  $p < 0,01$

A figura 5.27 mostra um gráfico para a média dos valores de  $L_{EX,8h}$ .

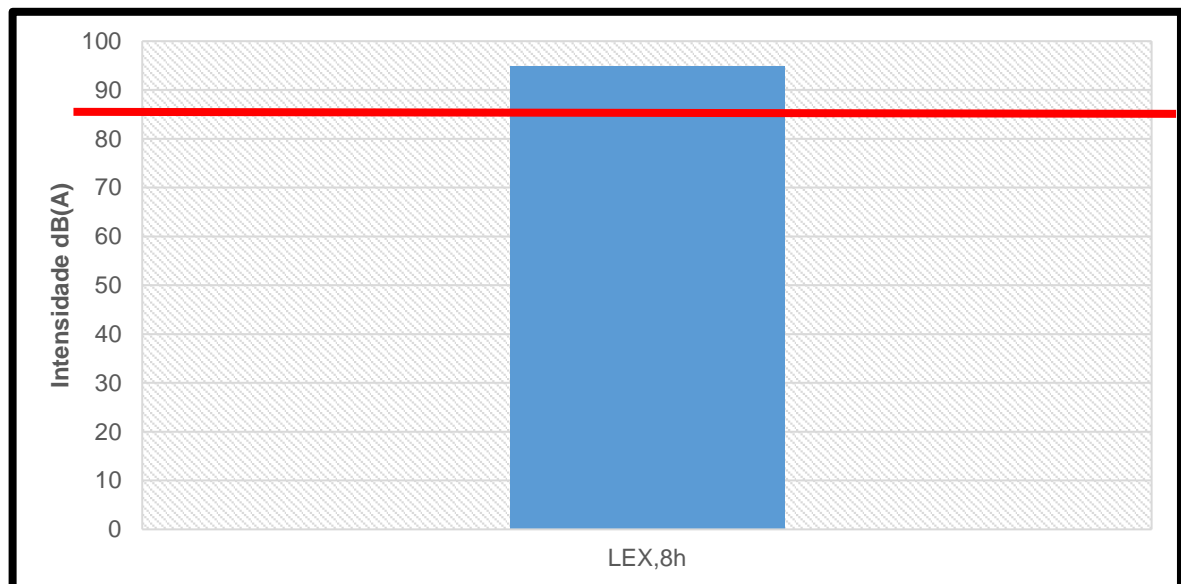


Figura 5.27 - Gráfico de médias dos valores de  $L_{EX,8h}$

Na amostra, tanto o valor médio de  $L_{EX,8h}$  ( $M = 94,84$  dB(A)), quanto o valor mínimo encontrado ( $Min = 88,4$  dB(A)); são superiores ao Limite de Exposição ocupacional permitido de 87 dB(A). Na população, o valor médio de  $L_{EX,8h}$  é significativamente superior a 87 dB(A) ( $t_{34}=9,246$ ,  $p<0,001$ ), portanto, o valor médio para o  $L_{EX,8h}$  é superior a 87 dB(A), tanto para a amostra como para a população.

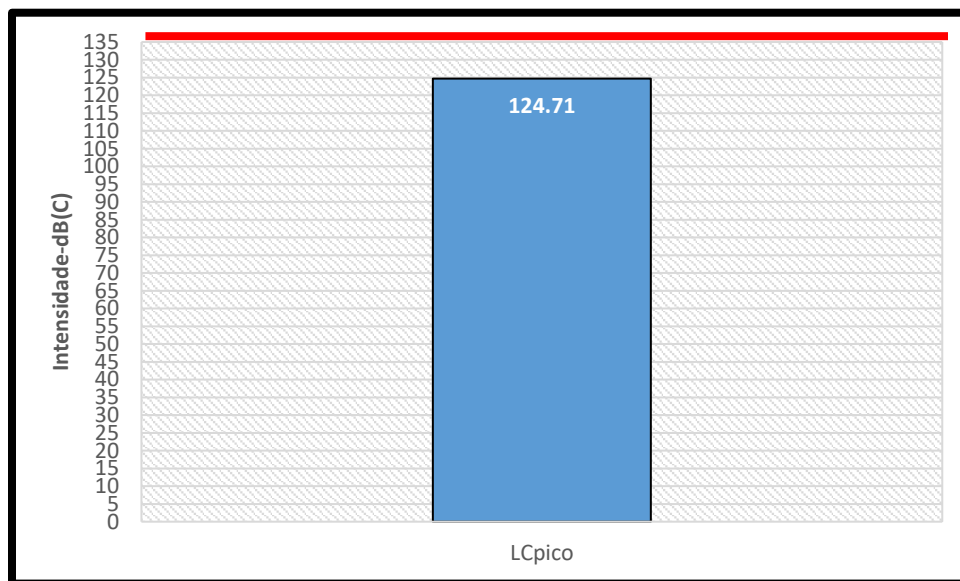
Em relação aos valores de pico, uma vez que média na população ficou a baixo do Nível de Ação Inferior para este indicador, no caso 135 dB(C), o Teste t foi aplicado visando verificar se isto ocorre na população sem a necessidade de verificação da normalidade, uma vez que a amostra pode ser considerada de grande dimensão. A Tabela 5.54 mostra este resultado.

Tabela 5.54 - Estatística descritiva e teste t para uma amostra: Verificar se o valor médio de pico, para a população, ficou abaixo do Limite de Ação Inferior de 135 dB(C)

	N	Média	Desvio padrão	T	GI	P
L <sub>Cpico</sub>	34	124,71	7,79	-7,704	33	** 0,000

\*\* p &lt; 0,01

A Figura 5.28 mostra um gráfico a média dos valores de L<sub>Cpico</sub>

Figura 5.28 - Gráfico de médias do valor L<sub>Cpico</sub>

A média dos valores do nível de Pico ( $M=124,71$  dB(C)) é inferior a 135 dB(C). Na população, o valor médio de pico é significativamente inferior a 135 dB(C) ( $t_{34}=-7,704$ ,  $p<0,001$ ), portanto, o valor médio para o Pico é inferior a 135 dB, tanto para a amostra como para a população.

Embora o Valor Limite de Ação Inferior, para o indicador pico, na média, não tenha sido ultrapassado, ocorrendo um único pico acima do Valor Limite de Exposição (140,8 dB(C)), o Valor Limite de Exposição  $L_{EX,8h}$  foi ultrapassado em todas as situações. Uma questão relevante é que boa parte destes profissionais são do tipo “*free lancer*”, ficando sob sua responsabilidade a decisão de utilizar ou não a proteção individual, obrigatória nestes casos, e de realização de exames audiométricos anuais, conforme o padrão normativo. No contato pessoal com estes profissionais, verificou-se que muitos possuem formação superior na área, que de certo modo estão cientes do risco de exposição ao ruído, mas na prática, dos 34 operadores, apenas dois utilizavam a proteção durante as apresentações.

Um estudo realizado no Brasil com 82 técnicos de som mostrou que estes profissionais apresentaram maior prevalência de perda de audição de alta frequência consistente com exposição ao ruído do que a população em geral (50% entre os técnicos de som versus 10,5% entre os controles). Este estudo mostrou ainda que os sintomas de audição informados pelos técnicos de som eram significativamente superiores aos controles (queixas de audição, 26,8% vs. 11,6% e zumbido, 36,6% vs. 11,6%) e que mais de 50% destes profissionais estavam trabalhando entre 6 a 12 horas / dia por cerca de 5 a 15 anos, e mais de 85% não usavam nenhuma proteção auditiva (Dib, Silva, Moraes, & Trevisani, 2008).



## 5.3.3.3. Avaliação ambiental do ruído show com a presença de operador de som/luz

Nesta etapa avaliou-se os pontos mais próximos de exposição da população e o ponto em que a população estivesse mais afastada do palco, mas ainda se mostrava interessada no show.

No total foram 34 pontos avaliados no ponto mais próximo de exposição, normalmente a cerca de 2,0m do palco e no ponto médio deste. Foram também avaliados 32 pontos no local mais afastado do palco(PMA). Esta diferença ocorreu por perda de dados de dois pontos mais afastados.

A tabela 5.55 mostra os resultados para os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  para os pontos mais próximos e os mais afastados do palco.

Tabela 5.55 - resultados de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  para os pontos mais próximos e os mais afastados do palco

Distrito	Concelho	$L_{AeqPALCO}$	$L_{AmaxPALCO}$	$L_{AeqPMA}$	$L_{AmaxPMA}$	Distância do ponto mais distante ao palco(m)
Aveiro	Arouca	96,3	106,1	95,8	103,8	35
		91,9	105,9	90,4	103,4	35
		102,7	108,7	99,2	105,6	35
Espinho	Guimarães	96,7	106,5	86	97,5	50
Braga		103	115	97,8	107,6	70
		99,7	109	95,6	100,7	30
Bragança	Bragança	99,7	104,6	90,1	97	200
Porto	Gondomar	98,3	105,8	79,7	84,5	330
	Lousada	103,3	108,6	87,4	95,2	70
	Lousada	102,2	108,4	82,2	91,2	70
	Maia	98,4	103,8	NA.	NA	
	Maia	100,7	109,4	88,6	93,2	108
	Maia	87,4	95,8	71	80,8	108
	Marco de Canaveses	90	98,1	87	92,9	60
	Matosinhos	102,6	111,6	95,2	101,3	50
	Matosinhos	85,8	110,3	82,8	95,2	50
	Paredes	93,1	100	82,8	89,6	170
	Paredes	103,6	107,7	75,6	92,5	170
	Penafiel	98,8	105,9	101,5	102,9	70
	Penafiel	93,5	104,8	92,6	102,7	70
	Penafiel	95,8	105,4	90,7	103,8	70
	Porto	100	104,9	94,8	103	100
	Porto	106,9	112,7	87,2	92,9	100
	Póvoa de Varzim	97,3	106,4	96,7	101,3	60
	Póvoa de Varzim	95,6	102,3	94,1	95,8	60
	Póvoa de Varzim	95,7	100,8	92,2	101,5	60
	Trofa	106,1	112,3	95,7	105,2	80
	VNG	100,9	105,5	91,1	104,9	160
	VGN	91,4	102,2	NA	NA	160

Distrito	Concelho	$L_{AeqPALCO}$	$L_{AmaxPALCO}$	$L_{AeqPMA}$	$L_{AmaxPMA}$	Distância do ponto mais distante ao palco(m)
Viana	Valongo	100,7	106,5	87,7	94,8	60
Castelo	Viana	95,9	106,7	85,3	97	90
Vila Real	Castelo	99,6	107,2	80,2	86,2	120
Viseu	Vila Real	107,8	114,7	92,9	99,6	90
	Lamego					

Na amostra, o  $L_{Aeq PALCO}$  apresenta um valor médio de 98,3 dB(A), com uma dispersão de valores de 5%, com o valor mínimo de 85,8 dB e o valor máximo de 107,8 dB, o  $L_{AmaxPALCO}$  apresenta um valor médio de 106,5 dB, com uma dispersão de valores de 4%, com o valor mínimo de 95,8 dB e o valor máximo de 114,7 dB. Em relação ao  $L_{Aeq}$  (ponto mais afastado), este apresenta um valor médio de 89,4 dB, com uma dispersão de valores de 8%, com o valor mínimo de 71,0 dB e o valor máximo de 101,5 dB. Já o  $L_{Amax}$  (ponto mais afastado) apresenta um valor médio de 97,5 dB, com uma dispersão de valores de 7%, com o valor mínimo de 80,8 dB e o valor máximo de 107,6 dB.

Considerando as recomendações da OMS, os valores médios para o  $L_{Aeq}$  no palco, se pode concluir que as pessoas estão expostas a níveis de ruído abaixo dos padrões exigidos de 100dB. Entretanto, em 12 eventos (35%), o valor limite para o  $L_{Aeq}$  de 100 dB foi ultrapassado. Todavia, uma vez que nestes eventos ocorre simultaneamente a presença de adultos e crianças, um valor mais conservativo poderia ser adotado para efeito de comparação, a exemplo da Suécia (Ryberg, 2009), onde o valor é de 97 dB(A) para estas situações. Neste caso, na amostra, a média do  $L_{Aeq}$  estaria acima deste nível. Em relação ao  $L_{Amax}$  no local de maior exposição, o resultado apresento, na média, valores menores do que o limite da OMS de 110 dB. Neste caso, dos 34 eventos avaliados, apenas 1 ficou acima deste valor. O Valor médio do  $L_{Amax}$  ficou abaixo do valor de um estudo realizado em bandas de rock que apresentou valores de 112dB (ICPU Russo et al., 1995).

A Figura 5.29 abaixo mostra os valores médios de  $L_{AeqPALCO}$ ,  $L_{Amax PALCO}$ ,  $L_{Aeq}$  (ponto mais afastado),  $L_{Amax}$  (ponto mais afastado). As barras em vermelho indicam os valores máximos, conforme a OMS, para os indicadores  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ .

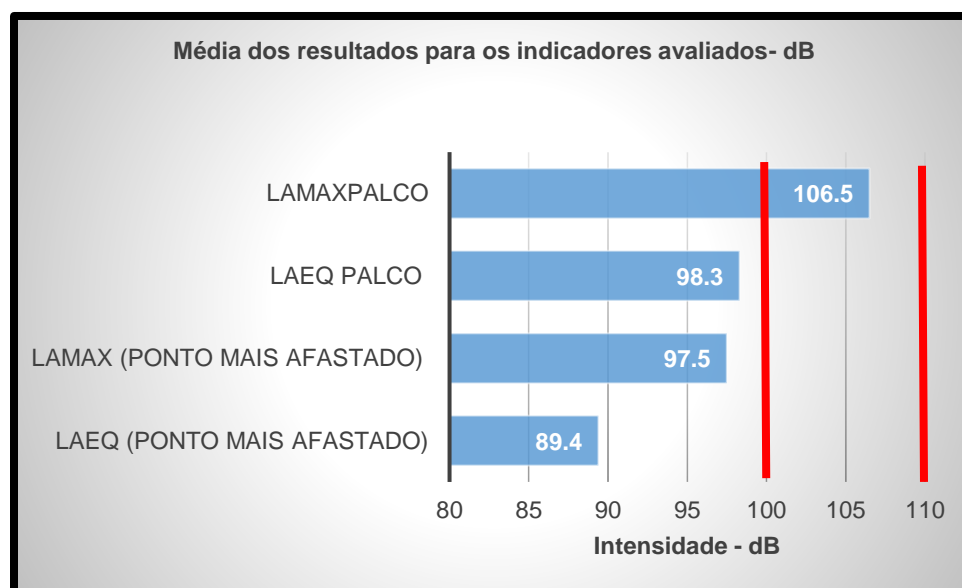


Figura 5.29 - Valores médios de  $L_{Aeq PALCO}$ ,  $L_{Amax PALCO}$ ,  $L_{Aeq}$  (ponto mais afastado),  $L_{Amax}$  (ponto mais afastado)

Para verificar se os valores médios de  $L_{Aeq}$  (ponto mais próximo) ultrapassam o valor de limite de exposição da OMS para festivais de 100 dB(A) para a população utiliza-se o Teste t para uma amostra, sem a verificação da normalidade uma vez que a amostra pode ser considerada de grande dimensão. A Tabela 5.56 mostra o resultado desta avaliação.

Tabela 5.56 - Estatística descritiva para o  $L_{Aeq}$  (ponto mais próximo) e Teste t para uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	t	Gl	P
$L_{Aeq}$ -Palco	32	98,30	5,36	-1,792	31	0,083

O valor médio de  $L_{Aeq-palco}$  ( $M=98,30$  dB(A)), na amostra é inferior a 100 dB(A), mas a diferença não é estatisticamente representativa ( $t_{31}=-1,792$ ,  $p=0,083$ ). Portanto, na população não podemos concluir que seja menor que 100dB(A). Pode ser igual a 100dB(A).

Já é conhecimento consolidado que a exposição contínua ao ruído com intensidades acima de 85dB(A) em 8 horas de exposição pode levar à perda auditiva permanente (Zhao, Manchaiah, French, & M, 2010). Neste sentido, os resultados apresentados mostram que o primeiro requisito para esta perda já está demonstrado considerando que a média de intensidade de ruído para o  $L_{Aeq}$  no ponto mais próximo do palco ( $M=98,30$ dB(A),  $Min=85,8$ dB(A)) está bem acima deste valor.

Em relação ao tempo de exposição, um estudo sobre nível de ruído em um concerto de rock encontrou valores em torno de 100-115dB(A). Considerando os mesmos critérios de risco de dano auditivo de exposição de 85 dB(A) e duração de oito horas, o autor do estudo sugeriu que a duração da exposição de 100 dB(A) deve ser inferior a 1,25 horas por semana se calculado considerando a energia equivalente produzida pelo ruído (Beach, Gilliver, & Williams, 2013).

Uma vez que o valor médio encontrado nesta investigação para este tipo de evento ser estatisticamente igual a 100 dB(A), este seria o tempo máximo semanal sugerido o qual as pessoas presentes poderiam se expor durante os shows sem proteção adequada. Considerando o padrão NIOSH (Niosh, 1998) para exposição ocupacional a exposição seria de no máximo 15 minutos sem proteção adequada por cada dia de show. Embora este padrão seja utilizado para exposição ocupacional, autores tem utilizado o padrão NIOSH como sugestão para o uso de fones de ouvido e mesmo shows de rock (*NP ISO 1996-2 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*, 2011). A maioria dos shows avaliados nesta investigação começam por volta das 22:00 e finalizam por volta de 23:45, quando se inicia o show com fogo de artifício. Após a explosão de fogos, que representa exposição ainda mais intensa, conforme demonstrado nesta investigação, o show é retomado podendo continuar por mais uma ou duas horas.

Para os jovens e adultos jovens presentes nestes eventos, estes valores se somam a outros ruídos de lazer, tais como os de casas noturnas, bares, eventos esportivos, ginásios, outros eventos musicais e ainda o uso constante de fones de ouvido com ruído em altas intensidades. Um estudo realizado na Austrália, estimou que cerca de 14,1% dos adultos jovens apresentavam risco de perda auditiva permanente em função de exposição aos ruídos de lazer em situações semelhantes às anteriores. Este percentual foi semelhante aos encontrados nos Estados Unidos de América e no Reino Unido (Manchaiah, Zhao, Oladeji, & Ratinaud, 2018).

De acordo com estimativas da Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 1,1 bilhão de adolescentes e adultos jovens correm o risco de perda de audição devido ao uso inseguro de dispositivos de áudio pessoais, incluindo smartphones, e exposição a níveis prejudiciais de som em entretenimento

ruidoso, locais como clubes noturnos, bares e eventos esportivos. A música ouvida por adolescentes e jovens adultos é considerada como um dos recentes riscos para a saúde pública (Organization, 2011).

Soma-se a isto o facto de que muitos destes jovens se expõem em ambientes ocupacionais durante a semana, sem a proteção adequada, e ao final de semana para “relaxar” vão em busca de diversão com níveis elevados de ruído, sem sequer “descansarem” seus ouvidos, o que aumenta em muito a energia de exposição sobre os ouvidos desta faixa etária.

A adolescência é um momento crítico de aprendizagem, crescimento e desenvolvimento porque os adolescentes estão em uma fase única de desenvolvimento psicossocial. Para o seu desenvolvimento psicossocial, os adolescentes estão preocupados com a aparência dos outros e pretende desenvolver sua própria identidade experimentando uma variedade de comportamentos e atividades, que eventualmente envolvem maior desenvolvimento de autoconhecimento e desenvolvimento psicossocial. Portanto, os comportamentos auditivos aparecem associados ao desenvolvimento psicossocial. Estudos apontaram que os adolescentes preferem ouvir música com intensidade elevada, o que reflete suas personalidades específicas e os problemas de desenvolvimento com os quais eles precisam lidar. Diversos aspectos de desenvolvimento psicossocial se correlacionam com a exposição de adolescentes a música com intensidade elevada. Portanto, aprender e adotar hábitos auditivos saudáveis nesta etapa mostrou ser um forte determinante para a futura saúde (Dib et al., 2008).

Em recente estudo, ficou caracterizado que em Portugal, assim como no Reino Unido, os jovens associam a música com intensidade elevada ao prazer. Fatores como o local (casas noturnas, esportes), festas e álcool entre outros foram associados ao prazer de ouvir música mais intensa (Zhao et al., 2010).

#### 5.3.3.4. Avaliação do ruído ambiental em outros eventos com carácter musical

Neste item se enquadra todos os eventos que apresentam a música como elemento de lazer ou como parte de do evento religioso procissão. No total foram 34 avaliações. Os eventos críticos são aqueles que apresentam um  $L_{Aeq}$  acima de 100dB(A) e  $L_{Amax}$  acima de 110 dB(A), conforme a OMS.

A Tabela 5.57 a seguir mostra todos os locais onde ocorreram estas avaliações, o tipo de evento e os valores de  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{Amim}$  e os índices estatísticos  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$ . Os dados foram obtidos a uma distância estimada de 1,5m das fontes.

Tabela 5.57 - Resultado de avaliações do ruído ambiental em eventos sem operador de som/luz

Evento	Concelho		$L_{Aeq}$	$L_{Amin}$	$L_{Amax}$	$L_{A90}$	$L_{A50}$	$L_{A10}$
Despique de Bandas	Arouca	Banda 1	79,3	62,8	87,5	65,6	77,3	83,3
	Arouca	Banda 2	71,1	49,2	88,7	60	67,3	75,1
	Ermesinde	Banda 1	87,1	61,2	95,8	64,1	82,4	92,4
		Banda 2	88,6	66,7	95,7	78	86,7	92,4
	Gondomar	Banda 1	83,9	57,4	92,7	71,5	80,9	88,2
		Banda 2	88,1	57,7	97,5	71,9	82,9	92,6
Orquestra	Porto		90,9	79,2	97,9	85,6	90,3	93,4
	Sobrosa		82,5	53,6	89,5	57,6	79,5	86,6
	M. Canaveses		79	56,8	92,6	58,9	74,6	80,4
			88	58,4	95,4	77,4	84,5	92,2
Despique de Bombos	Guimarães		96,3	82,8	108,4	88	92,6	99,3

Evento	Concelho		L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>A90</sub>	L <sub>A50</sub>	L <sub>A10</sub>
Marcha	Lamego		98,4	78,8	109,7	85,6	95	102,5
	Lousada		102,3	78,1	116,7	86	97,7	106
	Viana do Castelo		91,3	78,4	101,2	85,3	88,3	94,9
	Guimarães		90,3	65,8	111,9	70,8	76	91,3
	Lamego		92,7	69,3	113,2	78,8	86,6	95,9
	Lousada		87,7	74,3	94,8	80,3	87,1	90,4
Fanfarra	Viana do castelo		101,2	81,4	113	89,3	98,4	105
	Matosinhos		78,9	65,6	86,6	72,2	77,6	82
	Póvoa de Varzim		97,3	67,6	105,2	82,7	96,1	100,7
Cantar ao Desafio	Guimarães		95,5	69,7	108,8	83,9	91,7	99,4
Rusgas	Póvoa de Varzim-SP		94,2	75,5	101,5	86,7	93,1	96,6
Trio Elétrico	Vila Nova de Gaia		101,3	82,7	110,5	94,5	99,5	104,6
Batucada brasileira	Vila Nova de Gaia		100,4	81,4	107,1	91,1	99,2	103,8
Violino Elétrico	Porto		94,2	81,7	99,4	90,4	93,5	96,5
Procissão	Ermesinde	Banda sinfônica	87,8	59	102,8	66,7	77,7	90,9
		Sopro	70,4	56,3	82	58,8	64,3	74,2
	Sobrosa	Banda sinfônica	82,6	58,2	93,9	59,1	79,2	84,9
		Percussão	99,2	86,8	106	89,5	96,2	103,4
	Matosinhos	Banda sinfônica	93,2	66	102,5	80,8	90,9	97,3
		Sopro	85,8	60,2	91,5	77,5	84,8	89,1
	Póvoa	Banda sinfônica	83,3	83	99,6	87,1	91,1	96
	Vila Real	Percussão	79,8	58,4	89	61,7	71,6	85,1
		Banda	85,9	62,1	99,9	67,8	78,6	89,9
			Sinfônica					

Os resultados para as bandas de música encontram-se abaixo do ruído produzido por uma Banda de Música da Polícia Militar de Santa Catarina (Brasil) com especial ênfase ao grupo de sopro em metal, cujos valores que variavam entre 96 a 107 dB(A), com picos de até 111 dB(A) (Samelli & Schochat, 2000).

Em relação ao ruído produzido pelo trio elétrico, o resultado mostrou está abaixo aos valores encontrados no estudo de exposição ao ruído produzido por estes equipamentos no concelho de Feira de Santana, Bahia, Brasil. Neste estudo, o  $L_{Aeq}$  foi de 109 dB e o  $L_{Amax}$  foi de 117 dB (ICPU Russo et al., 1995).

A Figura 5.30 a seguir mostra um espectro de diferentes eventos cujo o  $L_{Amax}$  ultrapassou o valor de 110 dB(A). Acima no lado esquerdo(a) o evento marcha realizado na festa de Senhora da Agonia em Viana do Castelo. Acima no lado direito(b), o evento despique de bombos em Lousada, na freguesia de Nevogilde e abaixo o evento trio elétrico(c) na festa de São Pedro da Afurada, em Vila Nova de Gaia. Nos dois primeiros eventos, a intensidade do ruído acima de 110 dB(A) está relacionada à presença de bombos que são tocados com muita força pelos componentes dos grupos. Já no caso do trio elétrico, evento genuinamente brasileiro, mais especificamente do distrito da Bahia, conta com potentes sistemas eletrônicos que amplificam o som dos instrumentos de corda e de percussão, que caracteriza este estilo musical brasileiro.

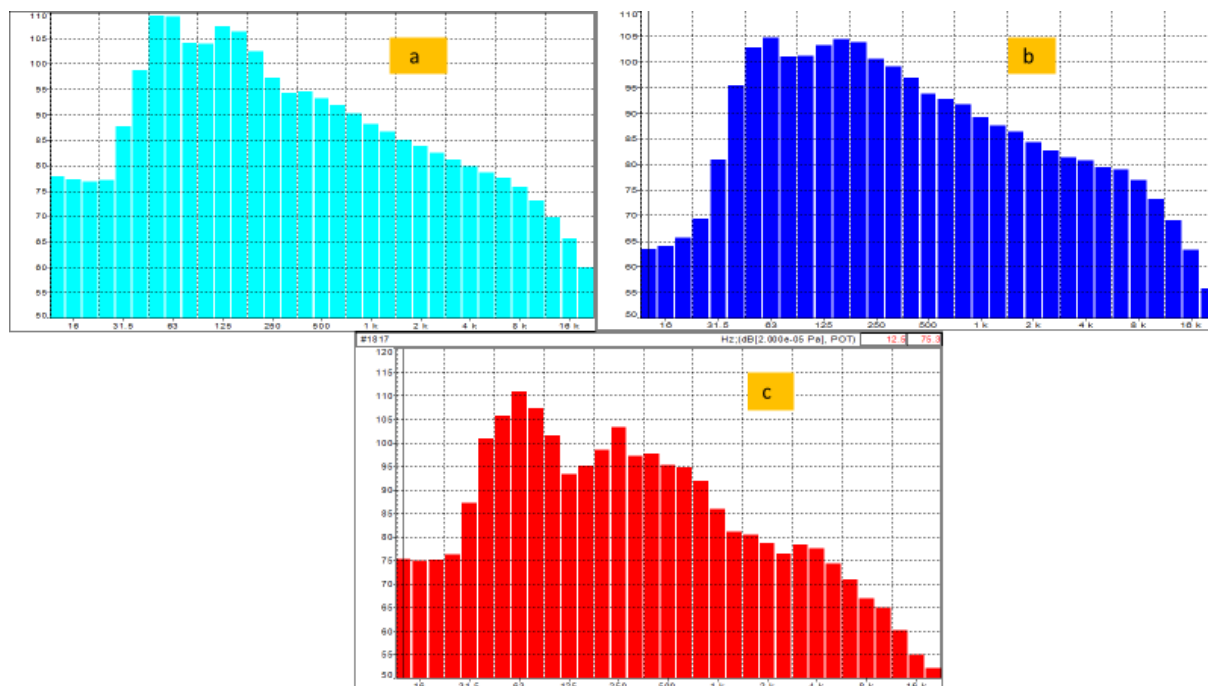


Figura 5.30 - Espectro de ruído de marcha, despique de bombos e trio elétrico

Vale salientar que os valores de pico observados para despique de bombos, marcha e trio elétrico, são comparáveis com valores de pico produzidos nos shows de fogo de artifício conforme resultados desta tese apresentados anteriormente. A Tabela 5.58 mostra o resultado dos valores de pico para estes eventos.

Tabela 5.58 - Valores de  $L_{Cpico}$  para eventos musicais em festas e romarias populares

Local	Evento	Valor - dB(C)
Guimarães	Despique de Bombos	137,4
Lamego	Despique de Bombos	139,4
Lousada	Despique de Bombos	>140
Viana do Castelo	Despique de Bombos	128,8
Vila Nova de Gaia	Trio Elétrico	133,5
Guimarães	Marcha	139
Lamego	Marcha	139,6
Lousada	Marcha	139,9
Viana do Castelo	Marcha	>140

Desta forma, pelos resultados apresentados na tabela anterior, medidas de controle do ruído devem ser adotadas visando proteger os músicos bem como o público presente aos eventos.

Ao observarmos os eventos musicais, um que merece um maior detalhamento são os que se relacionam ao despique de bandas marciais ou filarmônica e apresentação de orquestras, de cultura secular em Portugal, mas bem pouco prestigiado nestes eventos. A Tabela 5.59 mostra a estatística destes eventos



nos quais não se encontrou um único valor de  $L_{Aeq}$  acima de 100 dB(A) e nenhum valor de  $L_{Amax}$  acima de 110 dB(A). Em 90% do tempo dos eventos, a média de exposição foi acima de 68dB(A). Em 50% do tempo a exposição foi acima de 80,6 dB(A) em 10% do tempo a exposição foi acima de 87,7%, sendo que o valor máximo de exposição foi de 97,90 dB(A).

Tabela 5.59 - Estatística descritiva de despique de bandas e orquestras filarmônicas

Indicador	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão	*C. V	IC		Erro
							Mínimo	Máximo	
$L_{Aeq}$	10	71,10	90,90	83,8	6,0	7%	79,5	88,1	1,9
$L_{Amin}$	10	49,20	79,20	60,3	8,2	13%	54,4	66,4	2,59
$L_{Amax}$	10	87,50	97,90	93,3	3,7	4%	90,6	95	1,2
$L_{A90}$	10	56,50	85,60	68,9	9,5	14%	62,4	75,8	3,01
$L_{A50}$	10	67,30	90,30	80,6	6,5	8%	75,9	85,3	2,05
$L_{A10}$	10	75,10	93,40	87,7	6,3	7%	83,17	92,14	1,98

\*Coeficiente de Variação

Na Figura 5.31 se pode verificar um gráfico de distribuição acumulada do ruído do evento com maior nível de exposição, no caso da Orquestra Filarmônica do Porto, da festa de São João. No eixo do x a escala em dB(A) e no eixo y a escala em percentual. Pode-se verificar que o valor máximo deste evento ( $L_{Amax}$ = 97,9 dB, arredondado no gráfico para 98 dB(A)), ocorreu apenas em 0,7% do tempo de exposição avaliado. Observa-se ainda que na maioria do tempo de exposição o ruído fica abaixo de 80 dB(A).

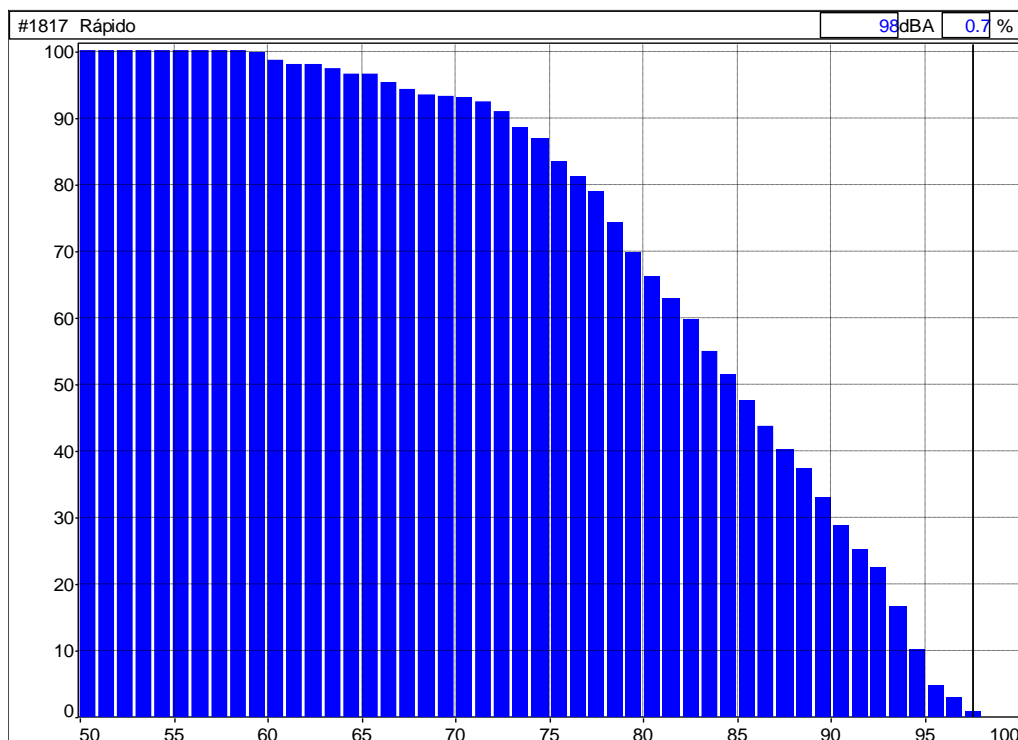


Figura 5.31 - Distribuição acumulada do ruído da Orquestra Filarmônica do Porto

A Figura 5.32 mostra o espectro de duas apresentações. Uma da orquestra filarmônica do Porto (lado esquerdo), composta por adultos e outra uma banda filarmônica infantil (lado direito) apresentada na festa do Concelho de Marco de Canaveses. A banda infantil era composta apenas de instrumentos de sopro, enquanto a orquestra do Porto possui instrumentos de percussão. Ambas as apresentações ocorreram em regiões cuja comunidade do entorno tem mais característica comercial do que residencial.

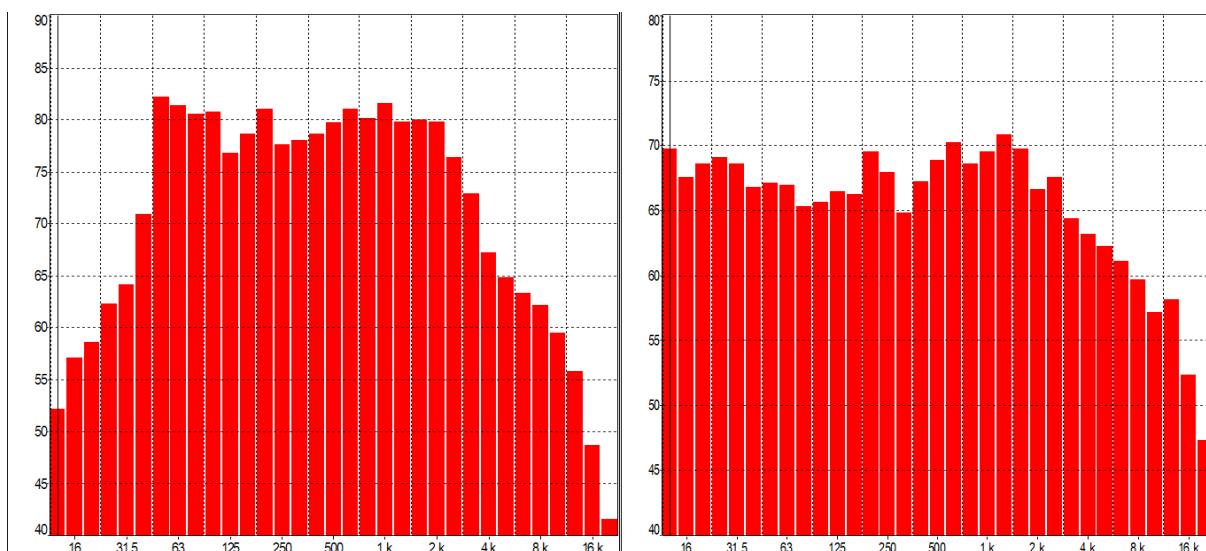


Figura 5.32 - Espectro de ruído de banda filarmônica adulta e infantil

Com o objetivo de verificar se, na população, os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  são menores que 100 dB(A) e 110 dB(A), respectivamente, aplicou-se o teste t para uma amostra. Para a utilização deste teste, verificou-se primeiramente a condição de normalidade para estes dois indicadores. O resultado pode ser verificado na Tabela 5.60. Pode-se observar que para ambos os indicadores, tanto pelo teste de Kolmogorov-Smirnov quanto pelo Shapiro-Wilk, a condição para a normalidade é satisfeita, uma vez que o p-valor para ambos foi maior que 5%.

Tabela 5.60 - Teste de Normalidade para os indicadores  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ 

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	P	Estatística	GI	P
$L_{Aeq}$	,205	10	,200*	,906	10	,256
$L_{Amax}$	,211	10	,200*	,910	10	,280

\*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de *Lilliefors*

A Tabela 5.61 mostra o resultado do Teste t para uma amostra para o valor de teste de 100 dB(A) para o  $L_{Aeq}$ .

Tabela 5.61 - Resultado do Test t para uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	T	GI	P
$L_{Aeq}$ -Bandas filarmônicas	10	83,85	6,02	-8,476	9	*0,000

\*P< 0,01

Na amostra, a média dos valores de  $L_{Aeq}$  (M=83,85) é inferior ao valor de 100 dB(A). Na população, o valor médio de  $L_{Aeq}$  é significativamente inferior a 100 dB(A) ( $t_9=-8,476$ ,  $p<0,01$ ), portanto, o valor médio para o  $L_{Aeq}$  é inferior a 100 dB(A), tanto para a amostra como para a população.

A Tabela 5.62 mostra o resultado do Test t para uma amostra do  $L_{Amax}$  para o valor de teste de 110 dB(A).

Tabela 5.62 - Resultado do Test t para uma amostra

	N	Média	Desvio padrão	T	GI	P
$L_{Amax}$ -Bandas filarmônicas	10	93,31	3,75	-14,057	9	*0,000

\*P< 0,01

Na amostra, o valor médio de  $L_{Amax}$  (M=93,31) é inferior ao valor de 110 dB(A). Na população, o valor médio de  $L_{Amax}$  é significativamente inferior a 110 dB(A) ( $t_9=-14,057$ ,  $p<0,01$ ), portanto, o valor médio para o  $L_{Amax}$  é inferior a 110 dB(A), tanto para a amostra como para a população.

A análise destes resultados para este tipo de evento mostra que, do ponto de vista acústico, deve ser mais prestigiado pelos organizadores dos eventos uma vez que do ponto de vista dos padrões da OMS para os indicadores  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  não apresentam risco de danos auditivos para a população presente. Outro facto relevante é que o incômodo produzido por este estilo musical é irrelevante. Ao contrário, este estilo musical promove a harmonia no ambiente, estabelecendo um clima de cordialidade entre as pessoas. Embora se utilize o termo despique de bandas, ou seja, disputa entre bandas, as apresentações não possuem nenhum carácter competitivo e marcam um momento de muita alegria e emoção aos participantes.

Embora não se tenha realizado aqui uma abordagem do ruído ocupacional, estudos apontam perda auditiva de cerca de 46% em 82 profissionais da *pop music* analisados, 49%, dos 139 músicos de rock e jazz e 37% a 58% em profissionais da música clássica, sendo que neste caso, esta variação ocorreu em função dos diferentes conceitos de perda auditiva e do modo como a investigação foi realizada (Zhao et al., 2010).

#### 5.4. OE3-GUIA PARA AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE DE FESTAS E ROMARIAS POPULARES CONSIDERANDO O RUÍDO PRESENTE NOS EVENTOS

A proposta de um guia para avaliação de sustentabilidade de festas e romarias populares, considerando o agente ambiental ruído, compõe-se de 6 itens conforme Figura 5.33.



Figura 5.33 - Indicadores de sustentabilidade adotados para festas e romarias populares- agente ambiental ruído

Foi elaborada conforme definido na metodologia e levando em consideração as partes interessadas (*stakeholders*), ou seja, organizadores, comunidade do entorno, fornecedores, profissionais de apoio ao evento e público participante. Os indicadores de ruído são os definidos pelas diretrizes europeias, da Organização Mundial de Saúde e o Regulamento Geral do Ruído, instituído em Portugal. Neste caso, está se sugerindo que o indicador de ruído para moradores sensíveis para eventos temporários com mais

de 30 dias ( $L_{Aeq}$ , entardecer e noturno), seja adotado para qualquer tipo de evento, independentemente de sua temporalidade. Também foi levado em consideração, para o caso de exposição a ruído de fogo de artifício que, da amostra, 71,3% dos entrevistados, concordam que crianças devem ser protegidas com proteção auricular. Para os idosos este percentual ficou em 66,3%. As pessoas entrevistadas concordaram, em 86,3% dos casos, que o ruído é intenso, o que pode ser verificado nos resultados destes eventos. A tabela 5.63 mostra os indicadores de sustentabilidade ambiental criados para festas e romarias populares, considerando o agente ambiental ruído.

Tabela 5.63 - Indicadores de sustentabilidade ambiental para festas e romarias populares -agente ambiental ruído

Indicador	Tipo	Unidade medida	de	Metodologia	Meta	Periodicidade
Comunidade do entorno exposta ao ruído	Resposta	Percentual da população do entorno exposta ao ruído	da	Realização de monitoramento do ruído da comunidade do entorno durante o evento	Informar até 30 dias antes do evento 100% da população do entorno	Anual
		Ações de proteção da comunidade	de	Informação à comunidade do entorno do nível sonoro de exposição	Indicador $L_{Aeq}$ máximo de 65 dB(A) entardecer no receptor sensível	
		Intensidade de exposição ao ruído	de		Indicador $L_{Aeq}$ máximo de 55 dB(A) noturno no receptor sensível	
Fornecedores expostos ao ruído	Resposta	Plano de ação de fornecedores apresentados ao C.O	de	Informação aos fornecedores sobre o nível sonoro do evento	Informar até 30 dias antes do evento 100% dos fornecedores	Anual
		Registro de entrega de proteção auditiva	de	Solicitação de programa de conservação auditiva	Plano apresentado até 30 dias antes do evento	
		Intensidade de exposição ao ruído	de	Fiscalização de fornecedores		

Indicador	Tipo	Unidade de medida	de	Metodologia	Meta	Periodicidade
Profissionais expostos ao ruído	Resposta	Percentual de profissionais expostos ao ruído	de	Realização de monitoramento de profissionais	Utilização de proteção auditiva em situações de exposição ao ruído de fogo de artifício e shows com operadores de som.	Anual
		Percentual de profissionais com conhecimento do risco de exposição	de	Fornecimento de proteção auditiva	Indicador $L_{EX,8h}$ abaixo de 87 dB(A)	
		Intensidade de exposição ao ruído	de		Indicador de $L_{Cpico}$ abaixo de 140 dB(C)	
Público exposto ao ruído	Resposta	Intensidade de exposição ao ruído	de	Realização de monitoramento de ambiental do público em shows com operador	Indicador ambiental $L_{Aeq}$ abaixo de 100 dB(A) para o público ou 97 dB(A) se evento prevê a presença de crianças	Anual
		Percentual de público exposto ao ruído	de	Informação do nível sonoro à população	Indicador ambiental $L_{Amax}$ abaixo de 110 dB(A) para o público	
					Indicador $L_{Aimpulso}$ abaixo de 120 dB(A) para o público (fogo de artifício)	
					Indicador $L_{Cpico}$ abaixo 120 dB(C) para público infantil (fogo de artifício)	
Medidas de controle da	Resposta	Metro Euro		Identificação das fontes de ruído	Elaboração de plano de ação para gestão da poluição sonora	Anual



Indicador	Tipo	Unidade de medida	de	Metodologia	Meta	Periodicidade
poluição sonora		Nº de fontes de ruído		Monitoração do ruído Eliminação do ruído Redução do ruído	entregue ao Comitê Gestor do evento até 30 dias antes do evento Monitoramento do ruído produzido Implantação de medidas de controle	

Com base nestes indicadores e nos resultados desta tese foi criado um guia para avaliação da sustentabilidade de festas e romarias populares levando em consideração o agente ambiental ruído. Neste sentido, as etapas de elaboração foram as definidas a seguir:

- ✚ Elaboração de um sistema de pontuação para a análise de sustentabilidade
- ✚ Elaboração de um sistema de análise de pontuação e ações a serem adotadas
- ✚ Planilha com uma lista de verificação de sub itens atrelados aos indicadores definidos anteriormente.

A escala de pontuação foi inspirada, construída e adaptada com base no Guia prático para organização de eventos mais sustentáveis desenvolvido pela Universidade de São Paulo, campos São Carlos (Leme & Carlos, 2010) e respeitadas as peculiaridades do propósito desta tese, sendo que a pontuação máxima aqui é de 32 pontos conforme Tabela 5.64.

Tabela 5.64 - Sistema de pontuação para análise de sustentabilidade

Fonte: Adaptado de (Leme & Carlos, 2010)

ITEM	PONTUAÇÃO
CONFORME	1
CONFORME EM PARTE	0,5
NÃO CONFORMIDADE	0

A análise da pontuação segue o padrão adaptado conforme a Tabela 5.65 onde se pode verificar as consequências da pontuação e as ações a serem adotadas.

Tabela 5.65 - Análise da pontuação e ação a ser implementada  
Fonte: Adaptado de (Leme & Carlos, 2010)

PONTUAÇÃO	AÇÃO A SER ADOTADA
De 0 a 16	O evento ainda deixa de contemplar vários tópicos em relação à sustentabilidade relacionada ao ruído. Reveja os itens e tente identificar os pontos fracos e fortes do evento buscando a sua melhoria contínua.
De 17 a 26	O evento já aborda quesitos importantes com relação à sustentabilidade relacionada ao ruído. A comissão organizadora está no caminho correto e pode usar a experiência acumulada num evento para aumentar ainda mais o sucesso dos outros, mostrando que um evento pode ser sustentável em relação ao aspecto ruído.
De 27 a 32	O evento cumpre muito bem os tópicos de sustentabilidade relacionados ao ruído. Os participantes têm importantes oportunidades de aprendizado socioambiental e o evento cumpre um papel de transformação da sociedade. Traçar novos objetivos visando a melhoria contínua, uma vez que não existe um ponto máximo a ser alcançado, considerando que a sustentabilidade é um processo em permanente construção.

A Tabela 5.66 mostra a escala de verificação da sustentabilidade elaborada para festas e romarias populares levando em consideração o aspecto ruído.

Tabela 5.66 - Planilha de análise de sustentabilidade de eventos  
Inspirado em (Zhao et al., 2010)

ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE DE EVENTOS			
RUÍDO			
	CONFORME	CONFORME EM PARTE	NÃO CONFORME
<b>1 – Comitê Organizador- C. O</b>			
Plano de ação para o controle de ruído			
Ação de formação para o C.O sobre riscos e controle de exposição ao ruído			
Coordenação de sustentabilidade do evento			
Valorização de bandas filarmônicas			
Ações educativas relacionadas ao tema ruído junto a escolas da comunidade			
<b>2 – Comunidade do entorno exposta ao ruído</b>			
Informação prévia dos níveis de intensidade de ruído do evento			
Apoio a remoção de pessoas para outro ambiente			
Integração com associação de veteranos de guerra			
Protegida da contaminação acústica			
<b>3 – Fornecedores expostos ao ruído</b>			
Ação de formação para fornecedores sobre riscos e controle de exposição ao ruído			
Protegidos contra a contaminação acústica			

ANÁLISE DE SUSTENTABILIDADE DE EVENTOS			
RUÍDO			
	CONFORME	CONFORME EM PARTE	NÃO CONFORME
Plano de ação do fornecedor para o controle de ruído gerado pelo seu negócio			
4- Profissionais de apoio expostos ao ruído			
Ação de formação para profissionais sobre riscos e controle de exposição ao ruído			
Proteção contra a contaminação acústica			
Plano de ação do empregador/contratante para o controle de exposição ocupacional			
5- Público exposto ao ruído			
Informação ao público sobre os níveis de ruído no evento			
Seleção de eventos com menor nível de intensidade sonora			
Disponibilização de proteção auditiva para crianças			
Disponibilização de proteção auditiva para idosos			
Controle de distância de fontes de ruído			
Plano de ação para redução da exposição ao ruído			
6- Monitorização			
Realização de monitoramento do ruído da comunidade do entorno durante o evento			
Indicador $L_{Aeq}$ máximo de 60 dB(A) entardecer no receptor sensível			
Indicador $L_{Aeq}$ máximo de 55 dB(A) noturno no receptor sensível			
Realização de monitoramento de indivíduo do público			
Indicador ambiental $L_{Aeq}$ abaixo de 100 dB(A) para o público			
Indicador ambiental $L_{Amax}$ abaixo de 110 dB(A) para o público			
Indicador $L_{Aimpulso}$ abaixo de 120 dB(A) para o público (fogo de artifício)			
Indicador $L_{Cpico}$ abaixo 120 dB(C) para público infantil (fogo de artifício)			
Realização de monitoramento de profissionais			
Indicador $L_{EX,8h}$ abaixo de 87 dB(A)			
Indicador de $L_{Cpico}$ abaixo de 140 dB(C)			
<b>TOTAL DE PONTOS</b>			

Concelhos que não possuam associação com veteranos de guerra não seria pontuado e neste caso a pontuação total seria 31. A entrega de proteção individual deve ser realizada com orientação prévia no sentido de sensibilizar sobre importância e modo adequado de utilização.

## 5.5. OE4- MELHORES PRÁTICAS PARA GESTÃO DA CONTAMINAÇÃO ACÚSTICA EM FESTAS E ROMARIAS POPULARES

### 5.5.1. PREÂMBULO

A gestão da contaminação acústica em festas e romarias populares se apresenta de caráter complexo em função das múltiplas variáveis e os diversos agentes envolvidos, sejam eles públicos ou privados. Se é verdade que a simples eliminação de sistemas de som, como ocorre na área de brinquedos, na Festas Gualterianas, em Guimarães, resolve, a custo zero, a questão, o mesmo já não se pode fazer em relação a outras situações. Questões tais como; um planejamento adequado, com elaboração de objetivos e metas, mudança na legislação, Educação Ambiental, desenvolvimento de pesquisas e transferência de tecnologias, cultura de um povo, religiosidade, empregabilidade, custos operacionais, entre outras, ensejam a busca de soluções, sejam as já consagradas no controle do ruído, seja em inovação, o que exige um trabalho de gestão política junto às Instituições Públicas e Comissões de Festas. Neste sentido, esta pesquisa propõe medidas de ordem geral e específicas, em conformidade com os aspectos técnicos, legais, culturais, ambientais, econômicos e bioéticos.

### 5.5.2. MEDIDAS DE ORDEM GERAL

As medidas de ordem geral passam primeiramente por uma sensibilização da problemática da exposição ao ruído produzido em festas e romarias populares revelados por esta pesquisa. A Figura 5.34 mostra as diversas medidas de ordem geral que visam mitigar o impacto ambiental adverso provocado pela exposição ao ruído em festas e romarias populares.

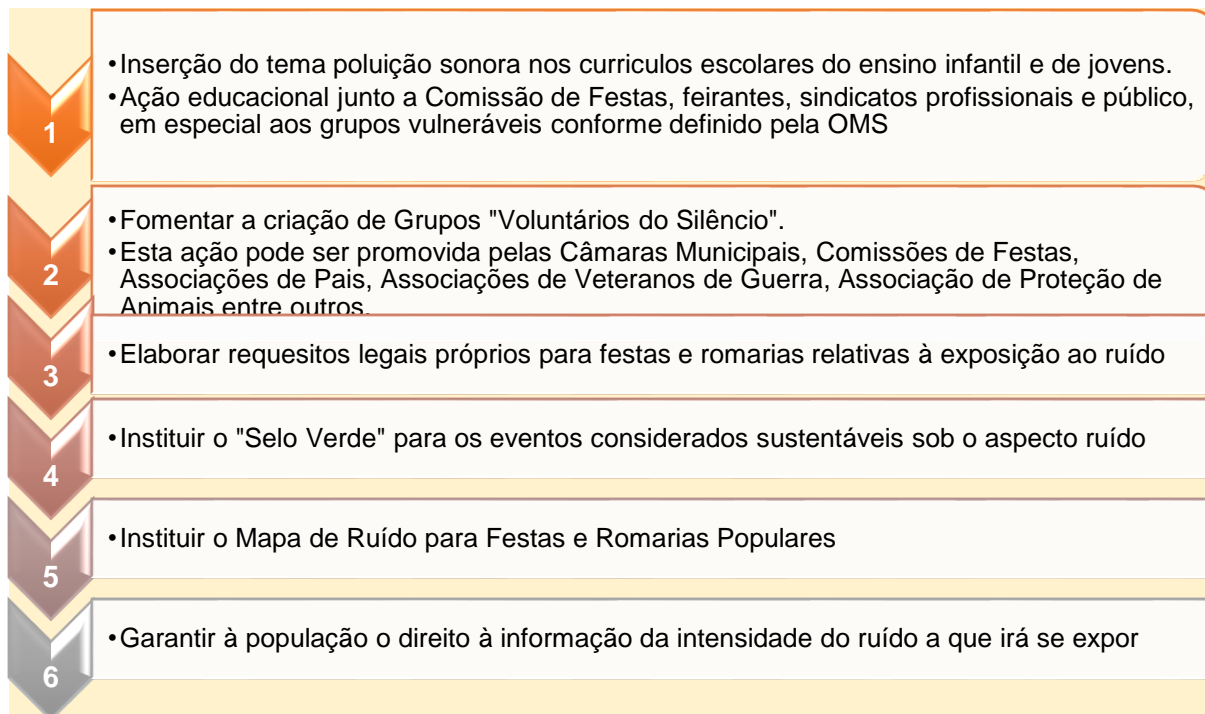


Figura 5.34 - Ações de ordem geral para gestão da contaminação acústica em festas e romarias populares

Esta sensibilização, provocada pela Academia, deve se estender tanto aos órgãos governamentais assim como à sociedade civil organizada, envolvendo Câmaras Municipais, Polícia de Segurança Pública, escolas, associações de pais e professores, de ex-combatentes, igrejas, fornecedores, sindicatos e associações patronais e de profissionais liberais entre outros. Como instrumento de pressão, moradores organizados, síndicos de condomínios, associação de proteção animal podem organizar ações para junto aos organizadores dos eventos, buscarem de modo harmônico, encontrar soluções adequadas, muitas delas propostas nesta tese, objetivando manter a qualidade de vida da comunidade do entorno e ainda do público. A adoção de medidas preventivas deve ser incentivada levando em consideração que o ruído é a principal causa de perda auditiva permanente evitável (Jiang, Zhao, Guderley, & Manchaiah, 2016).

Neste sentido, a primeira medida geral sugerida está no campo da educação ambiental considerando o aspecto ruído. A preocupação com a “educação auditiva” deve ser encarada como importante a ponto de constar das ementas das disciplinas da educação infantil e dos jovens. A adolescência é um momento crítico de aprendizagem, crescimento e desenvolvimento; aprender e adotar um estilo de vida saudável nesta etapa mostrou ser um forte determinante para a saúde futura. Considerando a idade sempre decrescente da perda auditiva induzida pelo ruído, a saúde da audição deve ser considerada de igual importância para outras questões relacionadas à saúde nas escolas (por exemplo, saúde dentária, olhos e visão e higiene pessoal, bem como tabagismo, drogas, e saúde sexual). Isso ocorre porque a perda de audição ou o dano auditivo desenvolvido por jovens adultos tem consequências potencialmente devastadoras para a saúde física, mental, educação e emprego (Beach et al., 2013; Dib et al., 2008).

Em relação aos requisitos legais sugerimos:

- Adotar, para a população, o limite de 120 dB(C) (padrão OMS) em detrimento do 120 dB(A, imp.), para fogo de artifício, pelas razões já apresentadas anteriormente. Vale salientar que não há proibição da União Europeia neste sentido;
- Adotar o monitoramento contínuo nos eventos com sistemas eletrônicos de ampliação de som;
- Adotar padrões de exposição máximas de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  para eventos com sistemas eletrônicos de ampliação de som, sendo que o padrão sueco parece ser o mais adequado, uma vez que diferencia limites de  $L_{Aeq}$  para shows apenas destinados aos adultos ( $L_{Aeq}$  100dB), para eventos que permite a presença simultânea de adultos e crianças ( $L_{Aeq}$  97 dB) e shows infantis ( $L_{Aeq}$  90 dB);
- Exigir a disponibilidade de proteção auditiva, por parte dos organizadores, para o público e trabalhadores nos eventos com fogo de artifício e shows com operadores de som/luz

Vale salientar que em 2017 a Agência Portuguesa do Ambiente publicou o documento Harmonização da Aplicação das Licenças Especiais de Ruído - Guia Prático – no qual recomenda que na Licença Especial de Ruído para eventos como os investigados nesta tese deve conter medidas de controle de ruído conforme abaixo (Jardim, Guedes, Leite, Mourão, & Boavida, 2017):

- a) Limitação de horário para o exercício da atividade;
- b) Orientação do equipamento de amplificação do som de modo a minimizar a sua propagação para os receptores sensíveis;
- c) Em estruturas de palco, adoção de painéis refletores ou absorventes, consoante o caso, de modo a minimizar a propagação do som para os receptores sensíveis;
- d) Utilização de limitadores sonoros para regular a intensidade das fontes sonoras com capacidade de transmissão de informação para efeitos de fiscalização;
- e) Proibição de amplificação de som a partir de determinado horário;
- f) Restrição de utilização de determinado equipamento e maquinaria com elevada potência sonora.

### 5.5.3. MEDIDAS DE ORDEM ESPECÍFICA

As medidas de ordem específica são divididas em três tipos:

- as específicas para controle da contaminação acústica em shows de fogo de artifício
- as específicas para eventos musicais
- as específicas para parques de diversão temporários

#### 5.5.3.1. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação em shows de fogo de artifício

A Figura 5.35 mostra, considerando o padrão NIOSH, as propostas de melhores práticas para gestão deste tipo de contaminação.

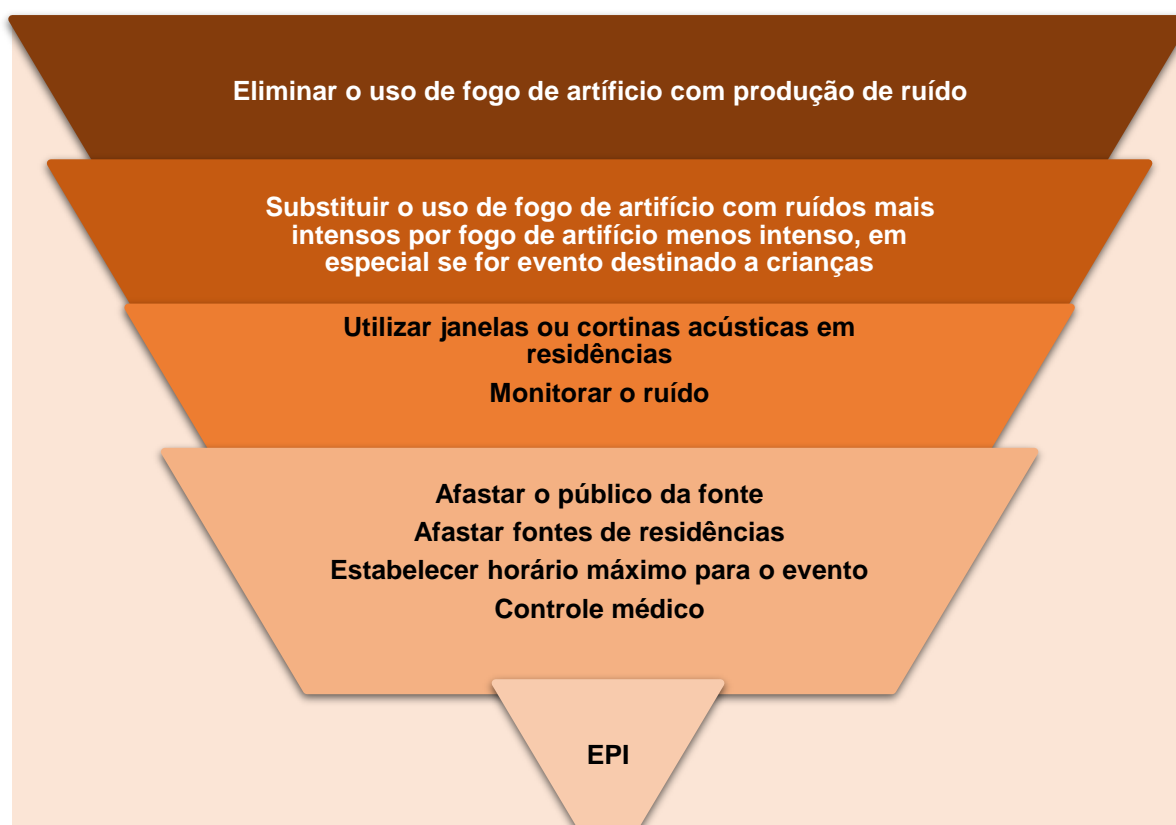


Figura 5.35 - Gestão da poluição sonora de fogo de artifício em festas e romarias populares (Bistafa, 2011; A. Carvalho, 2013; Gerges, 2000; Miguel, 2012; e observações do autor).

Embora possa parecer a sugestão mais radical, a eliminação de uso de fogos de artifício com produção de ruído, é mais eficiente de todas, pois age na raiz do problema, ou seja, eliminando a fonte, se constituindo em uma ação de primeiro nível no modelo da NIOSH. Esta solução, como já informado nesta tese tem ocorrido não por razões humanas, mas por razões bioéticas relacionadas aos danos produzidos nos animais de estimação. Seria ético, para satisfazer o desejo humano de sua satisfação efêmera, colocar em risco a saúde e a vida destes pequenos animais? Na cidade italiana de Palermo, uma lei municipal proíbe shows com fogo de artifício com ruído. Nos eventos, enquanto os fogos são silenciosos, o público aprecia a harmonia das cores, luzes e música ambiente. No Reino Unido fogos mais silenciosos são utilizados pensando nos animais e nas crianças (Jiang et al., 2016). No parlamento brasileiro dois projetos caminham neste sentido e várias cidades brasileiras estão mudando, por conta dos animais, o show de fogo de artifício para o tipo silenciosos ("Harmonização da Aplicação das



Licenças Especiais de Ruído - Guia Prático ", 2017). Dois concelhos brasileiros, Campos de Jordão e Poços de Caldas, nos distritos de São Paulo e Minas Gerais respectivamente, foram pioneiros naquele país quando aprovaram em 2017 o uso de fogos de artifício sem a produção de ruído ("Campos do Jordão (SP) e Poços de Caldas (MG) terão fogos silenciosos na virada,"). Em Portugal, já é verificadas ações neste sentido por parte da população, a exemplo da petição pública existente na internet solicitando fogos silenciosos no Concelho de Cascais ("Queremos fogos-de-artifício SILENCIOSOS em Cascais ", 2018).

Considerando, entretanto, o aspecto da exposição humana a este tipo de contaminação, é a solução ideal para evitar danos à população considerada como vulnerável pela OMS. O *glamour* destes eventos podem se resumir na beleza visual proporcionada pelos espetáculos que seriam acompanhados pelo show musical.

A redução do nível de ruído utilizando fogo de artifício com menor intensidade de ruído é também pertinente, em particular quando estes eventos são destinados às crianças. O efeito será generalizado para o público e a população do entorno. Tanto esta solução quanto a anterior exige uma mudança de cultura em relação ao que representa se expor a níveis tão intensos quantos demonstrados nesta tese. A educação ambiental é um poderoso instrumento na sensibilização da população nesta mudança de postura. Se a população quiser, o governante, que necessita de seu voto, acaba querendo.

Em relação às medidas de engenharia, terceiro nível de ação na escala NIOSH, a proposta vai no sentido de proteger a população do entorno da exposição ao ruído, uma vez que será uma maneira de tentar impedir que estes moradores, quando desejarem, não serem atingidos pelas ondas sonoras produzidas pelos espetáculos, utilizando janelas ou cortinas acústicas, o que constitui uma solução de custo elevado.

Mediante a utilização de vidros especiais combinados com perfil adequado é possível atingir valores de redução sonora de até 50 dB. A tabela 5.67 mostra a composição de vidros e o seu respectivo índice de redução sonora  $R_w$  (TermoWin, 2018).

Tabela 5.67 - Vidros de proteção acústica especiais FeBa  
(TermoWin, 2018)

Composição do vidro (mm)	Índice de redução sonora $R_w$ [dB]	Observações
4-16-4	34	Versão standard FeBa N o v o T h e r m
6-16-4	36	Excelente relação custo/ $R_w$
8-16-4	37	Excelente relação custo/ $R_w$
10-16-4	38	Muito bons valores $R_w$ com custo acrescido
10-16-6	39	Muito bons valores $R_w$ com custo acrescido
10-20-4	39	Muito bons valores $R_w$ com custo acrescido
10-16-6	40	Muito bons valores $R_w$ com custo acrescido
9-16-6	41	Vidro de segurança laminado Exterior
6-16-8	42	Vidro de segurança laminado Interior
8-16-10	45	Vidro de segurança laminado I+E
13-16-9	47	Vidro de segurança laminado I+E
8-24-10	47	Vidro de segurança laminado Exterior
12-24-8	50	Vidro de segurança laminado I+E

Ainda neste nível de gestão da poluição sonora, como estratégia de engenharia, o monitoramento do evento visando verificar se o ruído atende os padrões normativos, é medida essencial para o controle do ruído.

No quarto nível, uma medida eficaz para a população do entorno seria realizar este tipo de evento em zonas não residências. Para o público, afastar o mesmo da fonte pode resultar em menor exposição se esta distância for a adequada. Para fontes consideradas pontuais, em um campo livre, ou seja, na região não próxima da fonte e afastada de possíveis reverberações, a regra já consagrada é a redução de 6 dB cada quando se dobra a distância da fonte.

No caso específico dos resultados encontrados nesta tese, a tabela 5.68 mais à frente, apresenta a distância adequada na qual o público deveria permanecer considerando a situação mais crítica e o limite de exposição mais rígido, ou seja, exposição infantil e o padrão normativo da OMS de 120 dB(C) para este público.

Na tabela,  $DH_0$  significa a distância horizontal estimada entre o fogo de artifício e o ponto de avaliação. O termo  $\Delta L$  representa o decréscimo do nível de pressão sonora necessário para que se chegue ao valor teórico de exposição (VTE) de 119 dB(C). Este valor, primeiro número inteiro menor que 120 dB(C), foi adotado como parâmetro para cálculo de uma distância segura (DS) considerando as alturas mínimas e máximas a que chegam os fogos de artifício tipo baterias, que são 30m e 50m ("Ipirotecnia, "). O termo  $DH_1$  significa a distância horizontal final para se obter o valor teórico de exposição (VTE) de 119 dB(C). Os termos DS(30m) e DS(50m) correspondem à distância segura para o público quando os fogos atingem 30m ou 50m, conforme a figura 5.36. Para cálculo do  $\Delta L$  foi utilizado a equação a seguir:

$$\Delta L = 20\log(DH_1/DH_0) \text{ Equação 5.1}$$

Onde:

$\Delta L$  representa o decréscimo do nível de pressão sonora necessário para que se chegue ao valor teórico de exposição (VTE) de 119 dB(C)

$DH_0$  significa a distância horizontal estimada entre o fogo de artifício e o ponto de avaliação

$DH_1$  significa a distância horizontal final para se obter o valor teórico de exposição (VTE) de 119 dB(C)

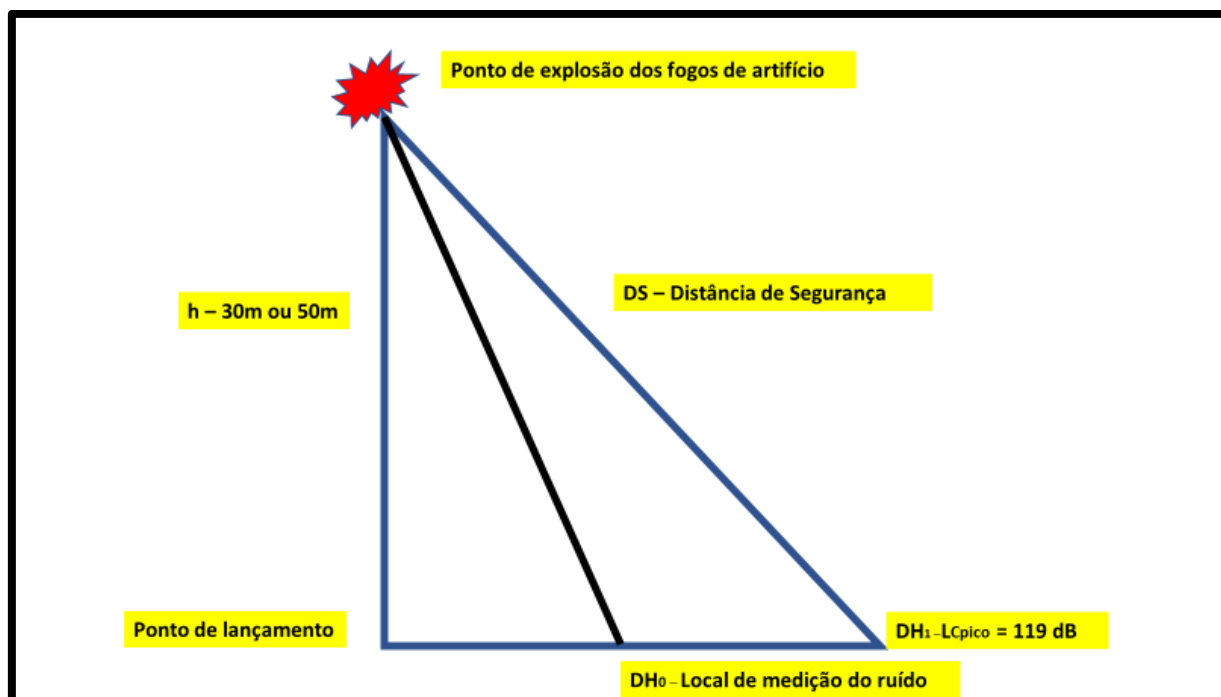


Figura 5.36 - Esquema para cálculo da distância segura para o público infantil exposto ao ruído de fogo de artifício

Tabela 5.68 - Distâncias de segurança e valor teórico de exposição para os eventos avaliados

Concelho	$L_{Cpico}$	$DH_0$ (m)	$\Delta L$	$DH_1$ (m)	DS(30m) (m)	DS(50m) (m)	VTE dB(C)
Arouca	>140	25	21	282	284	286	119
Espinho	137,4	180	18,4	1479	1479,4	1480	119
Guimarães	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Bragança	139,3	100	20,3	1023	1123,4	1124	119
Gondomar	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Lousada	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Lousada	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Lousada	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Maia	135	100	16	631	632	633	119
Maia	>140	60	21	673	674	675	119
Marco Canaveses	>140	150	21	1683	1683,4	1684	119
Matosinhos	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119
Matosinhos (Fogo Preso -h N.A)	>140	10	21	112	112	112	119
Paredes	>140	200	21	2244	2244,2	2244,5	119

Concelho	L <sub>Cpico</sub>	DH <sub>0</sub> (m)	ΔL	DH <sub>1</sub> (m)	DS(30m) (m)	DS(50m) (m)	VTE dB(C)
Penafiel	>140	80	21	898	898,5	899,4	119
Porto	140	135	21	1515	1515,3	1516	119
Póvoa de Varzim	>140	117	21	1313	1313,3	1314	119
Póvoa de Varzim	>140	117	21	1313	1313,3	1314	119
Póvoa de Varzim	>140	60	21	673	674	675	119
Trofa	>140	30	21	337	338	341	119
Valongo	>140	70	21	785	786	787	119
Valongo	>140	70	21	785	786	787	119
Viana do Castelo	>140	150	21	1683	1683,3	1683,7	119
Viana do Castelo	136	150	17	1062	1062,4	1063	119
Vila Nova de Gaia	139,7	150	20,7	1626	1626,4	1027	119
Vila Real	>140	60	21	673	674	675	119
Lamego	>140	100	21	1122	1122,4	1223	119

A possibilidade de afastar o público para um local seguro do ponto de vista da exposição ao ruído, embora seja uma solução que parece simples, pode não ser exequível em função do arranjo físico do evento. Por exemplo, nas festas dos Concelhos de Marco de Canaveses, do Porto, Vila Nova de Gaia, Viana do Castelo, em função do público ficar entre a margem de um rio, local onde ocorrem os shows, e áreas residenciais não se torna viável pensar em afastar o público do local. O mesmo se pode dizer para o evento de fogo preso uma vez que afastar o público infantil para 112m não faz nenhum sentido do ponto de vista de apreciação do evento e outras soluções devem ser buscadas. Neste sentido, tais soluções são apresentadas ao longo deste item desta tese. Em relação ao fogo não fixo da festa de Senhor de Matosinhos, uma solução para o público infantil seria sensibilizar aos pais assistirem ao show no pátio da Igreja do Bom Jesus de Matosinhos que fica a cerca de 290m de distância do local do evento. Neste caso, isto iria propiciar uma redução de cerca de 9 dB(C) junto ao público, que somado ao uso de proteção auditiva, proporcionaria proteção adequada aos bebés e crianças. Em relação à Festa do Concelho de Bragança, a grande maioria do público assiste ao show no Parque Eixo do Atlântico, a cerca de 400m do ponto de lançamento dos fogos de artifício. Neste caso, temos uma atenuação de cerca de 12dB(C), o que daria uma exposição aproximada de 127 dB(C), o que é muito bom para a população como um todo, considerando os padrões da OMS. Mesmo assim, enseja cuidados com o público infantil, sendo necessário o uso de proteção auricular. Por outro lado, locais como Arouca, Lousada, Vila Real e Lamego, em função do arranjo físico do local, permitem um afastamento da fonte conforme calculado.

Ainda neste nível, estabelecer horário máximo e multas elevadas pelo não cumprimento desta norma é uma solução que visa minimizar o incômodo produzido na população do entorno sobretudo a que deseje ou necessita dormir em função de questões de saúde, trabalho ou mesmo o direito ao sossego.

O controle médico aqui se refere principalmente para os mais variados profissionais que se expõem ao ruído e devem seguir os padrões normativos, necessitando realizar exames audiométricos periódicos, no caso, anualmente.

Para o público é também recomendável avaliação médica, sobretudo a depender de possíveis sintomas após a exposição, tais como zumbidos, tonturas, dor de cabeça e dor de ouvido.

É interessante orientar o público às seguintes regras de proteção.

1. Se vai ao evento, “descanse” seus ouvidos de ruídos intensos antes e após à exposição,
2. Procure ficar afastado da fonte de ruído,
3. Se sentir dor de cabeça, zumbido no ouvido, tontura ou dor de ouvido procure o médico
4. Utilize proteção auricular

O fornecimento de equipamentos de proteção individual (EPI), embora menos eficiente, deve ser adotado quando as medidas anteriores não sejam adotadas. Tanto para profissionais, fornecedores e público em geral devem ser incentivados a esta prática. Deve-se incluir em especial nesta medida as crianças e bebês.

A Figura 5.37, mostra um modelo especial para este público. Os modelos apresentados abaixo possuem peso em torno de 100g, e são apropriados para bebês recém-nascido até 18 meses de idade. Possuem um Nível de Redução de Ruído (NRR) de 22 dB. Modelos do mesmo fabricante para crianças possuem um NRR de 21dB e peso em torno de 190 gramas ("Babies & Children's Ear Muffs - Number Plate Factory", 2018).

Em princípio, considerando os valores de pico dos shows de fogo de artifício avaliado nesta tese, estes protetores não teriam o efeito desejado, sobretudo na fase final do evento considerando que estes valores de NRR são de laboratório. A NIOSH recomenda uma redução de 25% no valor do NRR para protetor tipo concha (Niosh, 1998).

Neste sentido, considerando que ocorre nestes eventos a presença de muitos bebês, a sugestão primeira seria não os levar a estes eventos enquanto outras medidas não fossem adotadas tais como eliminar o ruído dos fogos de artifício ou a redução da intensidade dos mesmos. Mesmo assim, ainda que adotadas estas medidas, o monitoramento deve ser realizado a fim de salvaguardar da saúde auditiva infantil.



Figura 5.37 - Proteção auditiva para bebês

Fonte: <http://npf.uricinex.com.au/contents/en-us/d42.html>

#### 5.5.3.2. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação sonora em eventos musicais

“Meu filho é autista. Autistas tem enormes problemas com som... uma vez meu filho entrou em crise dentro de uma cafeteria por conta da máquina profissional de café que fez aquele barulho de pressão... alguns tem problemas com barulhos simples do dia a dia como liquidificador ou aspirador de pó... E o número de autistas no mundo cresce absurdamente... Mas claro... ninguém vai deixar de fazer um som alto de festa por conta de autistas, crianças ou idosos... As festas são importantes para população... para o turismo... mas há que se notar que tudo tem limite. Não espero que nenhuma festa termine ou seja tolida por conta do meu filho autista, ou dos idosos, ou de quem quer que seja. Mas acredito que deva haver limite. Uma festa em regiões de poucas residências seria mais correto. A festa pode haver na cidade toda... barraquinhas, alegria, diversão, mas a partir do momento que um cidadão entra na sua residência, fecha sua porta de casa, entra no seu quarto... precisa no mínimo de silêncio para sua tranquilidade... Dentro da sua casa é você quem manda, e não a festa da cidade! A partir do momento que o som da festa ou a luz do canhão consegue invadir esse ambiente você está sendo cerceado de ter sua liberdade dentro do seu lar... E isso não é correto... hoje você pode estar feliz com o evento mas seu vizinho estar doente, com dores e querer dormir... pode ter que ir trabalhar cedo no dia seguinte... ou seja, o assunto é polêmico. Como eu disse a festa foi linda, animada e muito bonita. A parte central de Braga estava toda com barraquinhas e enfeitada... Isso é sensacional... cidade em festa, turismo, alegria... eu mesma fui e me diverti muito... Mas sabe qual foi a minha alegria... entrar no meu carro, sair da festa e saber que conseguiria colocar meus filhos pra dormir na santa paz da minha casa enquanto que a minha amiga (que tem o mesmo direito que eu) apesar de ter adorado a festa não conseguiria deitar a cabeça dela para dormir porque o grave do palco montado não a deixaria...”

Depoimento de uma moradora do Concelho de Braga após participação na Festa de São João.

A Figura 5.38 mostra, considerando o padrão NIOSH, as propostas de melhores práticas para gestão deste tipo de contaminação.



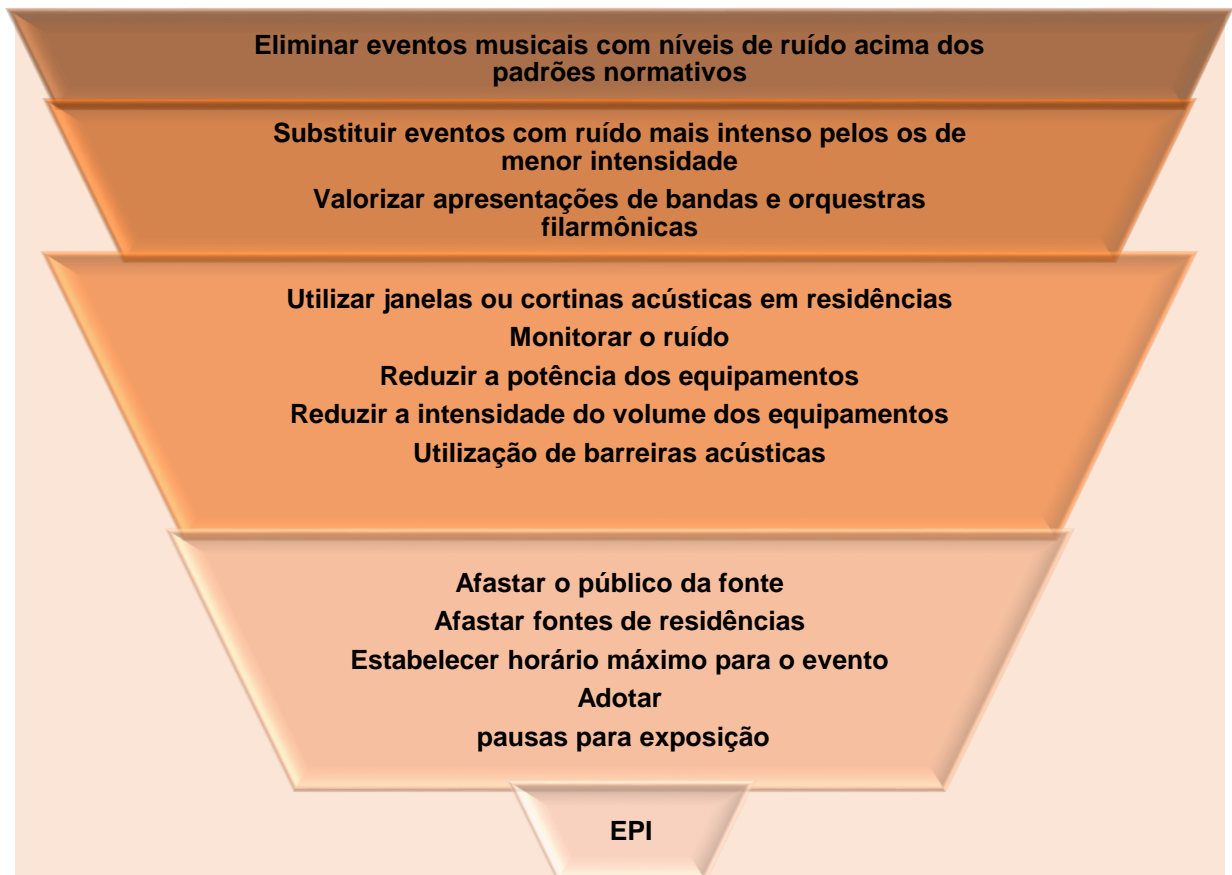


Figura 5.38 - Gestão da contaminação acústica de eventos musicais de festas e romarias populares (Bistafa, 2011; A. Carvalho, 2013; Gerges, 2000; Miguel, 2012; e observações do autor).

A sugestão de eliminar do evento shows com níveis de ruídos muito intensos desagradam sem dúvida o comitê organizador e o público em geral uma vez que este é um dos pontos altos de muitos eventos. Todavia não pode ser desprezada enquanto medida eficaz. Do ponto de vista da sustentabilidade econômica do evento esta primeira solução é completamente fora de condições de implantação, uma vez que grandes shows atraem grande público e muitos recursos.

Assim, outras sugestões devem ser analisadas tais como valorizar eventos com bandas e orquestras filarmônicas, promover a sensibilização do público para, durante o show, realizar pausas da exposição, evitar crianças tão próximas aos sistemas de amplificação de som e orientar no uso de proteção individual nas situações de exposição a ruídos em shows com a presença de operadores de som/luz.

Em shows com a presença simultânea de adultos e crianças, a sugestão para afastamento do palco do público infantil, considerando o valor máximo do  $L_{Aeq}$  no palco de shows com operadores de som/luz de 107,8 dB e adotando o valor mais conservativo da Suécia como padrão de 97 dB, é ficar em torno de 7m do palco. Se adotar como indicador o  $L_{Amax}$ , cujo valor encontrado foi 114,9 para shows com operadores de som/luz e adotando como padrão o da OMS de ( $L_{Amax}$  110 dB), a distância passa a ser de 11m. Estes valores foram encontrados considerando que a distância de avaliação do ruído foi a 2m do palco e que a equação adotada é a 5.1 deste capítulo.

Em relação à população do entorno as medidas anteriores utilizadas para fogo de artifício tais como a realização destes eventos em áreas não residenciais e utilização de cortinas ou janelas acústicas são aqui aplicáveis. Reduzir a potência dos equipamentos utilizados, desde que não interfira na qualidade da apresentação, reduzir a intensidade do volume destes equipamentos e ainda a utilizam de barreiras temporárias podem ser medidas a serem adotadas, sendo que esta última é de custo elevado. Na medida do possível, pode-se pensar em realizar estes grandes shows em ambientes fechados.

O uso de EPI deve ser incentivado e mesmo obrigatório para os operadores de som e de luz em função dos resultados aqui apresentados. A categoria de profissionais músicos, embora não avaliada nesta tese, deve também ser orientada ao uso de proteção individual apropriada em função do tipo de instrumento utilizado. Existem modelos com fator de proteção, qualidade sonora e anatomicamente personalizados, mais confortáveis e ideais para músicos, DJs e outros profissionais da música. Apesar de mais caros, os protetores auditivos personalizados são anatomicamente mais confortáveis e práticos, principalmente para quem utiliza fones em suas apresentações, como o caso dos DJs. A Figura 5.39 mostra os diversos tipos de protetores para esta categoria profissional.



Figura 5.39 - Modelos de proteção auricular para músicos

Fonte: <https://www.xtreme-dj.com/>

A Tabela 5.69 mostra sugestões do Guia Indicativo De Boas Práticas para a aplicação da Diretiva 2003/10/CE “Ruído No Trabalho” para a seleção da proteção auditiva conforme o instrumento utilizado.

Tabela 5.69 - Proteção auricular para músicos

Fonte: adaptado de ("Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE "ruído no trabalho" Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009," 2009)

Instrumento	Proteção auditiva indicada
Violinos e violas	Tampões com atenuação uniforme da frequência ou sensíveis à amplitude -se próximos a instrumentos ruidosos.
Contrabaixos, violoncelos e harpas	Tampões perfurados de proteção contra alta frequência ou com filtros seletivos
Flautas e <i>piccolos</i>	Tampões com atenuação uniforme da frequência ou sensíveis à amplitude
Outras madeiras	Tampões com atenuação uniforme da frequência ou sensíveis à amplitude
Metais	Tampões sensíveis à amplitude ou abafadores
Percussão	Tampões sensíveis à amplitude ou abafadores

#### 5.5.3.3. Medidas de ordem específica para gestão da contaminação acústica nos parques de diversão temporários

A eliminação do ruído proveniente de sistemas de amplificação de som é perfeitamente factível e já vem sendo utilizada conforme a viu na festa das Gualterianas, em Guimarães. Na área infantil há casos isolados neste sentido como o autor pode verificar em Vila Nova de Gaia, na festa de São Pedro da Afurada.

Uma medida relevante é segregar a área destinada a adultos da destinada às crianças. Muitos eventos já utilizam desde procedimento, a exemplo da festa do concelho de Gondomar, do Porto entre outros, embora alguns em função do espaço disponibilizado o arranjo físico não permite uma perfeita segregação. Outro tipo relevante de medida é inserir estes parques fora de regiões residenciais, como faz a festa do concelho da Maia e São Pedro da Póvoa de Varzim.

Por outro lado, deve-se pensar também no afastamento destes parques dos locais onde estarão reservados para shows com operadores de show.

Sobre a utilização de proteção auricular os profissionais que trabalham em áreas destinadas ao público jovem devem ser incentivados ao seu uso e esta situação merece ser monitorada.

De um modo geral o que se verificou é que a principal fonte de ruído destes parques são os sistemas de amplificação de som. Sem este, o ambiente se torna muito mais agradável possibilitando um conforto acústico para o público, profissionais, fornecedores e comunidade do entorno, além de possibilitar mais segurança para as crianças. A Figura 5.40 mostra, considerando o padrão NIOSH, as propostas de melhores práticas para gestão deste tipo de contaminação acústica.

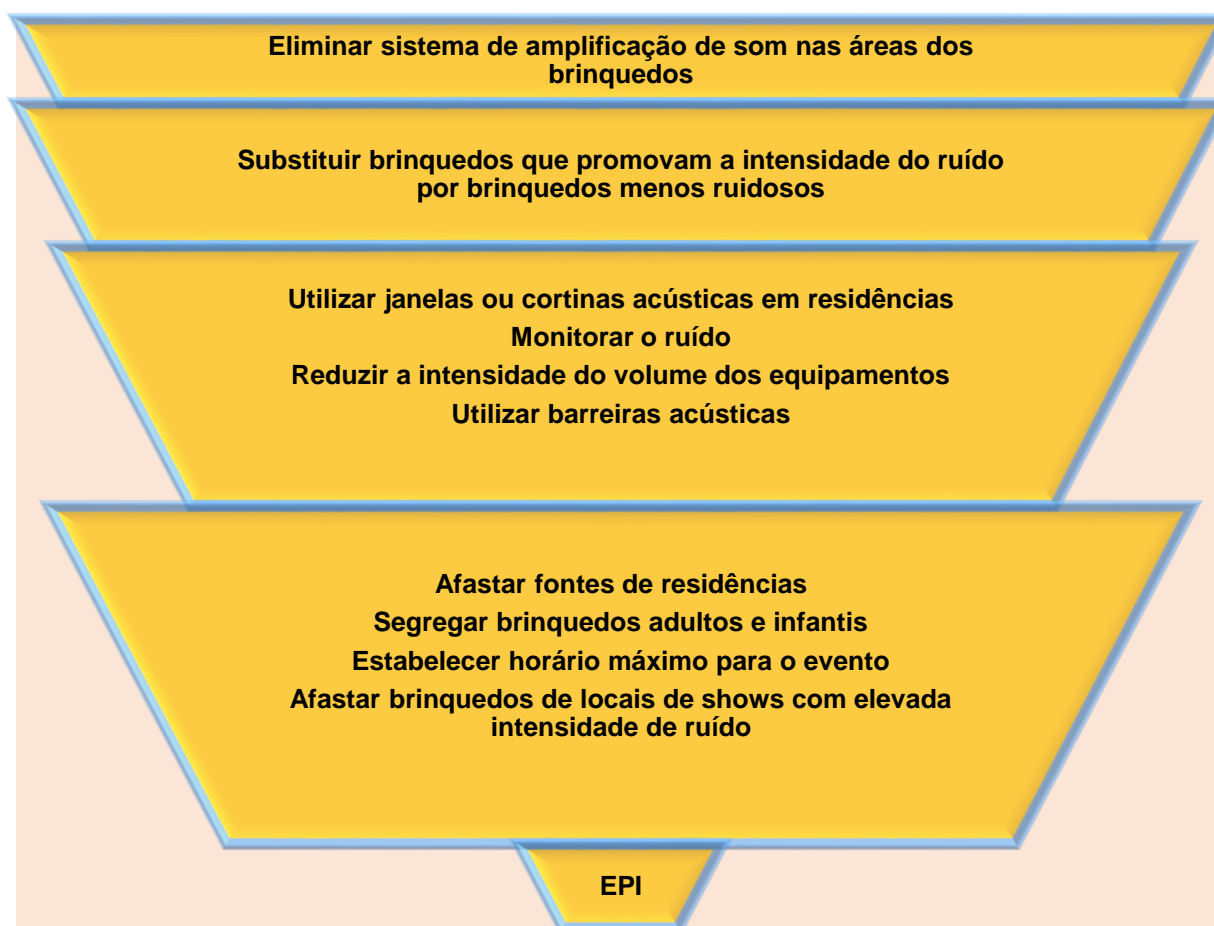


Figura 5.40 - Gestão da contaminação acústica em parques de diversão temporário (Bistafa, 2011; A. Carvalho, 2013; Gerges, 2000; Miguel, 2012; e observações do autor).

Finalizando esta abordagem sobre as melhores práticas para a gestão da poluição sonora em festas e romarias populares alguns comentários devem ser realizados visando clarear melhor algumas questões.

O controle do ruído, como de modo consagrado, se resume prioritariamente na fonte, depois no meio de propagação e por fim na pessoa que está a ser atingida pelas ondas sonoras. Em muitos casos, a simples eliminação da fonte resolve a situação. Ou seja, não utilizar sistemas de som para alguns eventos e ainda nas ruas no entorno dos mesmos, produziria um resultado bastante satisfatório do ponto de vista do controle do ruído. Esta última situação foi encontrada na Festa de São Pedro da Afurada em Vila Nova de Gaia. A fala de um morador da região resume a problemática.

“Tivemos que pedir para deslocarem os altifalantes do poste da frente de nossa casa para outro local. Tudo bem quanto ao som no final de semana, mas durante todo o evento, ter os ruídos dos brinquedos e shows amplificados por estes sistemas incomoda muito. Há pessoas que trabalham e estudam no dia seguinte e precisam dormir”.

Este comentário como outros trazidos nesta tese, demonstra que uma parte da população sofre enquanto outra se diverte. E pelos resultados aqui apresentados, os que se divertem, não conseguem perceber este sofrimento. Isto se pode notar nas respostas para a questão 4 do inquérito-O som ouvido nesta festa/romaria produz incômodo na comunidade” a resposta mais frequente foi “Discordo Totalmente”,

seguida de “Indiferente” e “Concordo pouco, o que pode refletir a falta de conhecimento sobre o tema e da problemática da população do entorno.

Por outro lado, há situações mais complexas que exigem mais do que a simples eliminação dos sistemas de som, onde for possível. No caso dos fogos de artifício, ainda que para os padrões da União Europeia se possa considerar que a grande maioria das exposições estão em conformidade com o exigido, não se pode descartar o facto de que para os padrões da OMS, as inúmeras crianças e bebés que comparecem aos eventos, encontram-se em situação de risco. Neste caso, mesmo fornecendo proteção auricular, não há garantias de proteção adequada. Há que se conjugar, quando possível, afastar-se da fonte e o uso do protetor para garantir a saúde auditiva deste público. A opção de utilizar fogos silenciosos, desde que sejam realmente silenciosos, exige revisão de tecnologias, sensibilização do problema por parte de autoridades, o que demanda tempo e custos. Assim, para o público infantil, se as alternativas anteriores não forem adotadas, o que de melhor que se possa fazer é evitar a presença dos mesmos nestes eventos.

Uma questão das mais graves está relacionada aos trabalhadores destes eventos. Não há por parte do Estado Português nenhum programa destinado a estes profissionais e durante a recolha de dados, o que mais se verificou foram trabalhadores expostos a níveis de ruídos intensos sem nenhum tipo de monitoramento ou controle. Não se observou durante esta tese a presença de fiscalização por parte da Autoridade para as Condições de Trabalho visando verificar as condições de segurança e saúde ocupacionais das várias categorias profissionais presentes. Neste sentido, a sugestão de melhoria seria exigir aos organizadores dos eventos a apresentação de um Programa de Conservação Auditiva para estes profissionais à Autoridade para as Condições de Trabalho.

Por fim, mas não menos importante, deve-se procurar prestigiar nestes eventos aqueles que produzam ruídos menos intensos tais como as bandas e orquestras filarmônicas, monitorar os shows com equipamentos sonoros mais potentes, visando uma melhor gestão da exposição ao ruído da população. Há que se valorizar a Educação Ambiental, seja no ensino oficial, seja na forma de voluntariado a fim de apoiar numa transformação positiva no quadro que hora se apresenta.





## 6. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 6.1. CONCLUSÃO

Esta investigação partiu da seguinte pergunta de pesquisa; “É possível realizar festas e romarias populares dentro de padrões aceitáveis de exposição ao ruído sem comprometer o interesse pelo evento assim como a saúde e qualidade de vida de trabalhadores e população exposta?”.

Para responder esta questão por demais relevante, uma vez que estes eventos possuem um forte impacto econômico na região de realização do mesmo, com a movimentação de recursos elevados, gerando emprego e rendimentos, promovendo o turismo, valorização da cultura, foram traçados quatro objetivos específicos que apoiaram no esclarecimento da questão.

Em relação ao primeiro objetivo específico, investigar a percepção da população ao risco de exposição ao ruído produzido por fogo de artifício em festas e romarias populares, foi realizado a aplicação de 80 inquéritos em dois eventos de show com fogo de artifício, um musical e outro piromusical e as conclusões que se chegou foram:

- Para os dois eventos, cerca de 86% concordam que o ruído produzido é no mínimo intenso, sendo que destes, 43,8% consideram o mesmo muito intenso;
- Na amostra, 33,8% concordam que o ruído produzido gera incômodo na população do entorno;
- Em relação ao dano auditivo, 53,8% concorda que este pode ser produzido pelo ruído de fogo de artifício;
- Para a amostra, 20% concorda que este evento produz dor de ouvido, 11,3% que produz TTS, 6,3% entende que pode produzir tontura e 16,3% dor de cabeça;
- A população reconhece o risco de exposição ao ruído de fogos de artifício em festas e romarias apenas para a as crianças e idosos, as quais deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias, com as quais se verifica concordância. Em relação às crianças, 71,3% entendem que as mesmas devem ser protegidas da exposição ao ruído. Para os idosos, este valor foi de 66,3% e para qualquer pessoa 48,8%. Neste último caso não há diferença estatisticamente significativa entre a concordância e não discordância para o uso de proteção auditiva;
- A investigação mostrou que não existe diferença estatisticamente significativa entre o evento piromusical e o não piromusical para a percepção de risco de exposição ao ruído de fogo de artifício;
- A investigação mostrou que não existe diferença estatisticamente significativa entre gêneros para a percepção de risco de exposição ao ruído de fogo de artifício;
- A investigação mostrou que não existe diferença estatisticamente significativa entre a idade dos participantes para a percepção de risco de exposição ao ruído de fogo de artifício, exceto para os menores de 18 anos na questão da proteção dos idosos. Este público é mais sensível quanto ao item, fornecer proteção auricular para os idosos;

- - Na análise de percepção de risco de exposição ao ruído de fogo de artifício pela população o inquérito utilizado pode ser aplicado em eventos semelhantes em função de sua confiabilidade interna;
- -Para pesquisas futuras, no mesmo contexto, sugere-se a divisão do instrumento em 03 grupos de questões, visto que as variáveis agruparam-se em 03 fatores.

Em relação ao segundo objetivo, avaliar a intensidade do ruído ambiental produzido em festas e romarias populares bem como o ruído ocupacional de operadores de som e luz presentes nos eventos investigados, as conclusões a que se chegou foram:

- Para a exposição ao ruído de fogo de artifício verificou-se que na amostra, 81% apresentou valores acima de 120 dB (A; imp.). Se compararmos os resultados com os padrões da OMS, chegamos à conclusão que as crianças que comparecem a estes eventos estão expostas a ruídos acima do limite preconizado de 120 dB(C), uma vez que 100% dos resultados estão acima deste valor. Para os adultos, na amostra, verificou-se que 81% está exposto a intensidades acima de 140 dB(C), limite preconizado para este público.
- O teste de hipótese para duas amostras independentes mostrou que, na amostra, o valor médio de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  é maior para eventos não-piromusicais. As diferenças observadas são estatisticamente significativas para  $L_{Aeq}$  ( $p = 0,04$ ). Assim, podemos afirmar que há uma diferença de exposição em fogo piromusical e não-piromusical, para  $L_{Aeq}$ . Ou seja, na população, o valor médio da intensidade do ruído produzido por fogo de artifício em eventos não-piromusicais é significativamente maior do que o ruído médio produzido nos eventos piromusicais. No entanto, para  $L_{Amax}$  ( $p = 0,220$ ), não podemos afirmar que exista uma diferença de exposição em fogo piromusical e não-piromusical.
- Para a exposição ao ruído nos parques de diversões temporários os valores de  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$  foram comparados com os padrões sugeridos para estes eventos pela OMS, ou seja, 100 dB(A) para o  $L_{Aeq}$  e 110 dB(A) para  $L_{Amax}$ . Os resultados mostraram que na média, tanto para a amostra ( $N=99$ ) como para a população, o valor de  $L_{Aeq}$  ( $M=86,4$ ), como para o  $L_{Amax}$  (96,4) estão abaixo dos valores estabelecidos pela a OMS. Verificou-se que estes limites foram ultrapassados em 4% e 5% para o  $L_{Aeq}$  e o  $L_{Amax}$  respectivamente. Verificou-se ainda que existe uma diferença estatisticamente significativa para os parques que possuem sistema eletrônico de som e o da festa do concelho de Guimarães, onde esta prática está proibida. Para ambos indicadores, a intensidade do ruído é significativamente superior para os locais que permitem o sistema de amplificação do som. Também se concluiu que os brinquedos destinados aos adultos produzem, para o  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ , uma intensidade de ruído maior do que os destinados ao público infantil, e esta diferença é estatisticamente significativa;
- Em relação aos eventos musicais a avaliação de exposição ocupacional de operadores de som e de luz ( $N=34$ ), mostrou que em 97% dos casos, o valor do  $L_{EX,8h}$  ultrapassou o Valor Limite de Exposição de 87dB(A). Para a amostra e a população, na média, o valor do  $L_{EX,8h}$  ultrapassou o Valor Limite de Exposição (87dB(A)) e esta diferença foi estatisticamente significativa. Para o valor de pico, na média, o  $L_{Cpico}$  ficou abaixo do Limite de Ação Inferior (137 dB(C)). Para o valor de pico, o  $L_{Cpico}$  ficou abaixo do Limite de Exposição de 140 dB(C) em 100% dos casos;
- Para a exposição da população neste tipo de evento, os indicadores utilizados foram o  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ , cujos valores limites da OMS para este tipo de exposição é de 100dB(A) para o  $L_{Aeq}$  e 110 dB(A).
- No caso dos eventos musicais com operadores de som/luz ( $N=33$ ), verificou-se que, para a situação de exposição mais intensa, ou seja, mais próximo do palco, o valor médio do  $L_{Aeq}$  (98,3

- dB(A)), na amostra foi menor do que 100 dB(A). Entretanto, em 36% dos casos este limite foi ultrapassado. Todavia, para a população, esta diferença não foi estatisticamente significativa, podendo esta média ser igual a 100 dB(A). Para o  $L_{Amax}$ , na amostra e na população, seu valor médio ( $M=106,9$  dB(A)) encontra-se abaixo de 110 dB(A) e esta diferença é estatisticamente significativa. Neste caso, 18% dos eventos apresentaram resultados para o  $L_{Amax}$  acima de 110 dB(A). Para os eventos sem a presença de operador ( $N=34$ ), conclui-se que se deve ficar atento a eventos tais como marcha, desfilé de bandas e trio elétrico, uma vez que estes apresentaram eventos com  $L_{Amax}$  acima de 110 dB(A), (cinco ao todo). As demais situações, tais como a de bandas/ orquestras sinfônicas, procissões, cantar ao desafio, fanfarras e violino elétrico, em todos os casos encontram-se com a intensidade do ruído abaixo dos valores da OMS.

No caso do terceiro objetivo, elaborar um guia para avaliação da sustentabilidade para eventos desta natureza, considerando o agente ambiental ruído, inicialmente foram elaborados 5 indicadores de ruído levando em consideração a comunidade do entorno, os fornecedores, profissionais e público expostos ao ruído e ainda medidas de controle da poluição sonora. Para cada um destes indicadores foram estabelecidas unidades de medida, uma metodologia, metas e periodicidade de implantação. Uma vez estabelecido estes indicadores e ainda os resultados desta tese foi possível estabelecer uma escala de pontuação, um sistema de avaliação desta escala e ao final uma lista de verificação contendo os parâmetros de interesse. Assim, em se alcançando um percentual de conformidade mínima de 84%, o evento pode ser considerado como sustentável e o evento poderá ser premiado ou receber um selo verde.

Em relação ao quarto e último objetivo, propor medidas para a gestão do fenômeno acústico investigado, foram sugeridas diversas medidas, seja de ordem geral como específicas para os eventos fogo de artifício, parques de diversão e eventos musicais, que se adotadas no todo em parte irá reduzir a carga do ruído sobre as partes interessadas no evento.

Neste sentido, podemos concluir que, a resposta à pergunta de pesquisa desta tese,

***“É possível realizar festas e romarias populares dentro de padrões aceitáveis de exposição ao ruído sem comprometer o interesse pelo evento assim como a saúde e qualidade de vida de trabalhadores e população exposta?”***

é **sim**.

É possível realizar festas e romarias populares sem prejudicar a sua sustentabilidade econômica, social e cultural e garantir um evento sustentável do ponto de vista do ruído. Atitudes simples como eliminar o sistema de som eletrônico, ou simplesmente reduzir a intensidade deste volume irá produzir resultados benéficos para toda a população. A valorização de eventos menos ruidosos, tais como a apresentação de bandas sinfônicas irá contribuir para esta sustentabilidade ambiental. O evento mais crítico é o show com fogo de artifício, pelo que, numa escala de prioridade, deve ser o primeiro a ser abordado, seguido dos shows com operadores de som. A situação atual, em particular nos parques de diversão temporários e demais eventos sem operador, pode-se afirmar, no geral, que, com algumas exceções, permite um evento que respeita o direito ao sossego garantido uma boa qualidade de vida para o público e de alguma forma, para a comunidade do entorno.

Uma questão relevante está relacionada a generalização dos resultados das amostras dos eventos de fogo de artifício, brinquedos, show com operador e exposição do operador para a população. Conforme já

devidamente explicado optou-se por uma amostra não probabilística uma vez que não existe uma lista de eventos de interesse que permitisse uma randomização dos eventos. Assim, a amostra por conveniência foi a melhor opção encontrada para esta investigação. Se temos boas razões para acreditar que a seleção por conveniência não irá introduzir viés em relação à população total, os resultados obtidos podem ser uma boa imagem do universo estudado. A questão é quão boa é esta imagem. Neste sentido, enumeramos aqui as razões que acreditamos nos aproximam de uma boa imagem da população:

- O erro amostral ou variabilidade amostral pode ser considerado pequeno conforme os valores informados em material e métodos (Tabela 3.2). Mesmo para o caso das bandas filarmônicas, embora a amostra seja reduzida, a Tabela 5.58 mostra para as variáveis  $L_{Aeq}$  e  $L_{Amax}$ , erros pequenos. Vale salientar que bandas filarmônicas possuem basicamente os mesmos tipos de instrumentos e não estão, em sua grande maioria, sujeitas às possíveis variações sonoras de instrumentos eletrônicos utilizados para amplificação do som;
- As amostras são homogêneas, bastando para isto verificar a regra geral de que o desvio padrão amostral é menor que a metade da média para todos os casos onde ocorreram generalizações;
- As amostras possuem distribuição normal;
- Os principais e maiores eventos da região norte de Portugal foram avaliados, exceto o da Sede do Distrito de Braga, que foi representado aqui pelo grandioso evento do Concelho de Guimarães. E ainda, todos os distritos do norte de Portugal foram aqui investigados e o que se verificou foi a pequena variabilidade dos dados uma vez que o Coeficiente de Variação dos eventos avaliados para o  $L_{Aeq}$ ,  $L_{Amax}$ ,  $L_{A90}$ ,  $L_{A50}$  e  $L_{A10}$ , foram sempre menores que 10%;
- Os fabricantes de fogo de artifício atendem toda região norte de Portugal e os maiores atendem todo país, incluindo aí as ilhas da Madeira e dos Açores. Embora ocorra variações de tempo e de arranjo físico, os tipos de explosivos são semelhantes e disponíveis para todo o país;
- Os equipamentos utilizados nos shows com operadores, o estilo musical, a aproximação do público do palco e o arranjo físico dos eventos são semelhantes para a maioria dos eventos da região norte e de todo o país, sendo pouco provável diferenças significativas de exposição para este tipo de eventos;
- Os parques de diversões, de um modo geral, são administrados por grupos de pessoas que se deslocam pelo país em busca de eventos. Como exemplo, foi possível observar que a mesma equipe que se encontrava em Porto, era a mesma de Gondomar, Guimarães, Vila Nova de Gaia e Marco de Canaveses. O que variou, e em apenas um dos 20 eventos avaliados, foi o não uso de equipamentos para amplificação do som. Ademais, há pouca variabilidade de equipamentos utilizados.

Assim, diante de minhas observações e dos resultados apresentados, se pode afirmar que as características da população acessível eram semelhantes às da população alvo e assim, os resultados da amostragem não probabilística são equivalentes a uma amostragem probabilística.

## 6.2. PERSPECTIVAS FUTURAS

Em relação a trabalhos de investigação futura, esta pesquisa indica a necessidade de que outras devam se seguir a ela, as quais citamos a seguir no campo da acústica:

- ✓ Avaliação de incomodidade produzida pelo ruído na comunidade do entorno de festas e romarias populares;

Esta investigação se faz necessária uma vez que foi verificado, com base em diálogos com moradores do entorno dos eventos, que esta população sofre os efeitos de eventos

que perduram durante muitos dias. Assim, procurar entender o nível de insatisfação da população do entorno, se é pontual ou mais generalizado, as suas consequências no cotidiano, o nível de organização e estratégias de defesa face ao agressor ambiental adotadas, o nível de conhecimento sobre o tema, são elementos que podem contribuir para um clareamento mais aprofundado em relação aos efeitos do ruído de festas e romarias populares. Como sugestão, as Festas de São Pedro da Afurada, Senhor de Matosinhos, do Concelho da Maia, São João do Porto em seus diversos polos, em função da presença muito próxima da população do entorno, merecem um olhar mais aprofundado por um futuro investigador.

- ✓ Avaliação de exposição ao ruído ocupacional e audiológica de feirantes, operadores de fogo de artifício, bombeiros voluntários, policiais, apoiadores de segurança em brinquedos destinados a adultos e de músicos de marchas e despiques de bombos;

Este tipo de investigação, de difícil realização, pois depende muito da boa vontade e visão prevencionista, dos empregadores, é de elevado interesse do ponto de vista prevencionista. Os elevados níveis de exposição encontrados e apresentados nesta tese justificam a ampliação desta pesquisa nesta linha de investigação. É possível que se consiga com mais facilidade conseguir a permissão junto aos Bombeiros Voluntários e à Polícia de Segurança Pública. Em relação aos bombeiros voluntários, que ficam tão próximo dos profissionais do fogo de artifício se poderia ter uma ideia mais aproximada de exposição dos responsáveis pelo show de pirotecnia.

- ✓ Desenvolvimento de fogos de artifícios de baixa intensidade de ruído;
- ✓

Cada vez mais a sociedade organizada irá pressionar as autoridades portuguesas, como já vem ocorrendo no Conselho de Cascais como em outros países europeus e americanos para o uso de fogos de artifícios “silenciosos”. Seja em função do público mais vulnerável, tais como crianças, vítimas de estresse pós-traumático entre outros, seja em função de proteção dos animais. Esta última inclusive se sobrepondo à razão humana. Neste sentido, parcerias entre Universidades e fabricantes podem buscar melhores soluções que leve em consideração aspectos de poluição sonora e análise de custos.





## BIBLIOGRAFIA

- Albuquerque, A., Soares, C., Jesus, P., & Alves, C. (2003). Perturbação Pós-Traumática do Stress (PTSD): Avaliação da taxa de ocorrência na população adulta portuguesa 16, 309-320. Retrieved from Acta Médica Portuguesa website: <https://actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/download/1209/861>
- Amorim, R., Lopes, A., Santos, K., Melo, A., & Lauris, J. (2008). Auditory Alterations for Occupational Exposition in Musicians. *Arq Int Otorrinolaringol*, 12(3), 377-383.
- Andrade, A., Russo, I., Lima, M., & Oliveira, L. (2002). Hearing evaluation in frevo and maracatu's musicians. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 68(5), 714-720.
- Arouca: a câmara municipal. (2018). Retrieved from Câmara Municipal de Arouca website: <https://www.cm-arouca.pt/portal/index.php>
- Aveiro: a associação. (2018). (A Região: Caracterização dos Concelhos). Retrieved from Associação Industrial do Distrito de Aveiro website: <http://aida.pt/regiao/caracterizacao-dos-concelhos.html>
- Babies & Children's Ear Muffs - Number Plate Factory (2018). Retrieved from <http://npf.uricinex.com.au/contents/en-us/d42>
- Babisch, W., Beule, B., Schust, M., Kersten, N., & Ising, H. (2005). Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, 16(1), 33-40.
- Babu, V., & Azhagurajan, A. (2010). Interpretation of safe parameters of chemical compositions and noise level of the fireworks crackers. *Injury Prevention*, 16(1), A58.
- Baptista, A., Frickb, L., Holley, K., Remmick, M., et al. (2015). The doctorate as an original contribution to knowledge: Considering relationships between originality, creativity, and innovation. 3(3 *Special Issue*), 51-63. Retrieved from <https://researchprofiles.canberra.edu.au/en/publications/the-doctorate-as-an-original-contribution-to-knowledge-considerin>
- Barregard, L. (2011). Traffic noise and hypertension. *Environ Res*, 111(1), 186-187.
- Bartlett, M. (1951). The effect of standardization on a chi square approximation in factor analysis. *Biometrika*, 38(3/4), 337-344.
- Baser, M., Babisch, W., Davis, A., Brink, M., et al. (2014). Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet*, 383(9925), 12-18.
- Beach, E., Gilliver, M., & Williams, W. (2013). Leisure noise exposure: Participation trends, symptoms of hearing damage, and perception of risk. *International Journal of Audiology*, 52, S20-S25.
- Berglund, B., Lindvall, T., Schwela, D., & Goh, K.-T. (2000). *Guidelines for Community Noise*. Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Bistafa, S. (2011). *Acústica Aplicada ao Controlo de Ruído* (2ª ed.). São Paulo: Blucher.
- Braga - Portugal: a associação. (2018). Retrieved from Aiminho website: <http://www.aiminho.pt/ominho/menu/id/30/>
- Bragança: a câmara municipal. (2018). (Bragança Oportunidade de Futuro). Retrieved from Câmara Municipal de Bragança website: [http://www.cm-braganca.pt/uploads/writer\\_file/document/4115/Braganca\\_Oportunidade\\_de\\_Futuro.pdf](http://www.cm-braganca.pt/uploads/writer_file/document/4115/Braganca_Oportunidade_de_Futuro.pdf)
- Brocchi, D. (2008). The Cultural Dimension of Sustainability. Retrieved from [https://davidebrocchi.eu/wp-content/uploads/2013/08/2008\\_newfrontier.pdf](https://davidebrocchi.eu/wp-content/uploads/2013/08/2008_newfrontier.pdf)
- Bronzaft, A. L. (2017). Impact of Noise on Health: The Divide between Policy and Science. *Open Journal of Social Sciences*, 5, 108-120.
- BS 8901:2009 Specification for a Sustainability Management System for Events, (BSI 2009).
- Campos do Jordão (SP) e Poços de Caldas (MG) terão fogos silenciosos na virada. Retrieved from <https://www.tempointegralblog.com/fogos-de-artificio-silenciosos/>
- Carvalho, A. (2013). *Acústica Ambiental e de Edifícios*. Universidade do Porto: Editora da Faculdade de Engenharia.

- Carvalho, D. (2009). Ensaio sobre a História das Bandas Filarmónicas Retrieved from <https://www.meloteca.com/pdfartigos/delmar-domingos-de-carvalho-a-historia-das-bandas.pdf>
- CEC. (2005). Commission Staff Working Document In support of the report form the Commission to the Spring European Council on the Lisbon Strategy of economic, social and environmental renewal. CEC(160).
- Chang, T., Liu, C., Hsieh, H., Bao, B., & Lai, J. (2012). Effects of environmental noise exposure on 24-h ambulatory vascular properties in adults. *Environ Res*, 118, 112-117.
- Chevalier, S., Choiniere, R., Bernier, L.. (1992) User guide to 40 community health indicators. Ottawa: Community Health Division, Health and Welfare Canada,
- Citador. Retrieved from <http://www.citador.pt/frases/citacoes/a/eca-de-queiros/20>
- Clark, W., & Dickson, N. (2003). Sustainability Science: The Emerging Research Program. *Proc Natl Acad Sci USA*, 100(14), 8059-8061.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* In. Retrieved from [www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf](http://www.utstat.toronto.edu/~brunner/oldclass/378f16/readings/CohenPower.pdf)
- Cornacchia, L., & Lovotti, P. (2006). Canalolithiasis due to a firework explosion: A case report. *Audiol Med*, 4, 82-84.
- Corp, I. (2017). *IBM SPSS Statistics para Windows, Versão 25.0*. Armonk, NY: IBM Corp.
- Costa, C., Crubelati, A., Lemes, A., & Montagnoli, G. (2011). *História do Direito Português no período das Ordenações Reais*. Paper presented at the International Congress of History.
- Costello, A., & Osborne, J. (2005). Best Practices in Exploratory Factor Analysis: Four Recommendations for Getting the Most from your Analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 10(7), 1-9.
- Cronbach, L. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16, 297-334.
- Daniel, E. (2007). Noise and hearing loss: a review. *J Sch Health*, 77(5), 225-231.
- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, (Procuradoria-Geral Distrital de Lisboa 2007).
- Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de Setembro. Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído), (2006).
- (Decreto lei n.º 135/2015, de 28 de julho. Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º Diretiva n.º 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 12 de junho de 2013, 2015)
- Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (Aprova o Regulamento Geral do Ruído), (2007).
- Decreto n.º 3882, n.º 42/1918, Serie 1, Diário do Governo Pag. 153 (1918-03-05).
- Decreto n.º 24723, n.º 283/1934, Serie 1, Diário do Governo Pag. 2076 (1934-12-03).
- DELTA Acoustics & Electronics. The “Genlyd” Noise Annoyance Model: Dose-Response Relationships Modelled by Logistic Functions. (2007). (1102). Retrieved from Made by Delta website: <https://dk.madebydelta.com/publikation/the-genlyd-noise-annoyance-model/>
- Dias, M. (2013). *Contributo para Modos de Gestão de Sustentabilidade de Eventos*. (Dissertação), Instituto Técnico de Lisboa, Lisboa.
- Dib, R. E., Silva, E., Morais, J., & Trevisani, V. (2008). Prevalence of high frequency hearing loss consistent with noise exposure among people working with sound systems and general population in Brazil: A cross-sectional study. *BMC Public Health*, 7(8), 151.
- Directiva 86/188/CEE do Conselho de 12 de Maio de 1986 relativa à protecção dos trabalhadores contra os riscos devidos à exposição ao ruído durante o trabalho, (1986).
- Directiva 89/391/CEE do Conselho, de 12 de Junho de 1989, relativa à aplicação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde dos trabalhadores no trabalho, (1989).
- Directiva 89/656/CEE do Conselho, de 30 de Novembro de 1989, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de protecção individual no trabalho (terceira Directiva especial, na acepção do n.º 1 do artigo 16º da Directiva 89/391/CEE, (1989).
- Directiva 92/85/CEE do Conselho, de 19 de Outubro de 1992, relativa à implementação de medidas destinadas a promover a melhoria da segurança e da saúde das trabalhadoras grávidas, puérperas

- ou lactantes no trabalho (décima directiva especial na acepção do nº 1 do artigo 16º da Directiva 89/391/CEE), (1992).
- Directiva 94/33/CE do Conselho, de 22 de Junho de 1994, relativa à protecção dos jovens no trabalho, (1994).
- Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente - Declaração da Comissão no Comité de Conciliação da directiva relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, (2002).
- Directiva 2003/10/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro de 2003, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído) (Décima sétima directiva especial na acepção do n.º 1 do artigo 16.º da Directiva 89/391/CEE), (2003).
- Directiva 2007/23/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de Maio de 2007 relativa à colocação no mercado de artigos de pirotecnia, UE publications (2007).
- Directiva 2013/29/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à harmonização das legislações dos Estados-Membros respeitantes à disponibilização no mercado de artigos de pirotecnia (reformulação), (Comissão das Comunidades Europeias 2013).
- DJ, D. M., & Henderson, H. (1973). Noise from aerial bursts of fireworks. *J Acoust Soc Am*, 54, 1224.
- Environmental noise*. (2000). Denmark: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S.
- Epic Firework. (2018). Retrieved from <https://epicfireworks.com/novelty-skull-fountain>
- Espinho: a câmara municipal. (2018). Retrieved from Câmara Municipal de Espinho website: <http://portal.cm-espinho.pt/pt/>
- Event safety*. (2013). Health and Safety Executive Retrieved from <http://www.hse.gov.uk/event-safety/noise.htm>
- Fasold, W., & Veres, E. (2002). *Schallschutz+Raumakustik in der Praxis* (2ª ed.). Berlin: Verlag Bauwesen.
- Fernandes, A. (2013). *Ruído Ocupacional Avaliação de Ruído -Estaleiro Central da SETH, SA*. (Dissertação), Instituto Politécnico de Setúbal, Setúbal. Retrieved from [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5360/1/Relatorio\\_Mestrado\\_Final.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/5360/1/Relatorio_Mestrado_Final.pdf)
- Ferreira, J. (1999). *Literatura Popular de Trás-os-Montes e Alto Douro* (Vol. 1 - Romanceiro Local): Vila Real Editora.
- Festa em honra de Nossa Senhora da Saúde. (2014). In <https://www.facebook.com/JFParanhos/photos/a.448635378489096.106014.350926064926695/817374594948504/?type=1&theater>. Facebook: Junta de Freguesia de Paranhos.
- Firdaus, G., & Ahmad, A. (2010). Noise pollution and human health: a case study of Municipal Corporation of Delhi. *Indoor Built Environment*, 648656(6).
- The Fireworks Regulations*. (2004). London: The Stationery Office Limited.
- Fleischer, G., & Muller, R. (2005). On the relation between exposure to sound and auditory performance. *SAE Technical Paper*, 1, 2396-2407.
- Fyhri, A., & Aasvang, G. (2010). Noise, sleep and poor health: Modeling the relationship between road traffic noise and cardiovascular problems. *Sci Total Environ*, 408(21), 4935:4942.
- Gallopín, G. C.(1996) Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A system approach. *Environmental Modelling & Assessment*, v.1, p.101-117.
- Gastal, S. (2013). *Festa e Identidade: o São João do Porto*.
- Gerges, S. (2000). *Ruído: fundamentos e controle* (2ª ed.). Florianópolis: NR Editora.
- Getty, L., & Héту, R. (1991). Development of a Rehabilitation Program for People Affected with Occupational Hearing Loss: Results from Group Intervention with 48 Workers and Their Spouses. *Audiology*, 30(6), 317-329.
- Gilbertson, L., Thies, L., & Vosburgh, D. (2017). Noise levels of amusement ride operators. *J Occup Environ Hyg*, 14(4), 237-242.
- Goines, L., & Hagler, L. (2007). Noise pollution: A modern plagu. *South Med J*, 100(3), 287-294.
- Gondomar: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal de Gondomar website: <http://www.cm-gondomar.pt/pages/147>
- Google Earth. Retrieved from <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth/>

- Guia indicativo de boas práticas para a aplicação da directiva 2003/10/CE “ruído no trabalho”  
Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia 2009. (2009). Retrieved from  
European Commission website: <http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en>
- Guide to the Measurement of Acustical Noise and Evaluation of its Effects on Man*. (1973).  
International Organization for Standardization.
- Guimarães: a associação. (2018). Retrieved from Câmara Municipal de Guimarães website:  
<http://www.cm-guimaraes.pt/>
- Hair, J., Anderson, R., Tatham, R., & Black, W. (1995). *Multivariate Data: Analysis with readings*.  
New Jersey: Prentice-Hall.
- Hammond, A.; Adriaanse, A.; Rodenburg, E.; Bryant, D.; Woodward, R. (1995) Environmental  
indicators : a systematic approach to measuring and reporting on environmental policy  
performance in the context of sustainable development. Washington: World Resources Institute.
- Harmonização da Aplicação das Licenças Especiais de Ruído - Guia Prático (2017). Retrieved from  
Agência Portuguesa de Ambiente website:  
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=86&sub2ref=532>
- Harvard Medical School. *Sound and Fury: Understanding Post-Traumatic Stress Disorder* (2014).  
Paper presented at the The Longwood Seminars, Harvard Medical School.  
[https://hms.harvard.edu/sites/default/files/assets/Sites/Longwood\\_Seminars/April%2010%20P\\_TSD.pdf](https://hms.harvard.edu/sites/default/files/assets/Sites/Longwood_Seminars/April%2010%20P_TSD.pdf)
- Health, O. W. (2009). *Night noise guidelines for Europe*. Geneva: World Health Organization.
- Hétu, R., Lalonde, M., & Getty, L. (1987). Psychosocial Disadvantages Associated with Occupational  
Hearing Loss as Experienced in the Family. *Audiology*, 26(3), 141-153.
- Hill, M., & Hill, A. (2002). *Investigação por Questionário* (2ª ed.). Lisboa: Sílabo.
- Hohmann, C., Grabenhenrich, L., Kluizenaar, Y., Tischer, C., et al. (2013). Health effects of chronic  
noise exposure in pregnancy and childhood: a systematic review initiated by ENRIECO. *Int J  
Hyg Environ Health*, 216(3), 217-229.
- Holmes, A., Kaplan, H., Phillips, R., Kemker, F., et al. (1997). Screening for hearing loss in adolescents.  
*Lang Speech Hear Serv Sch*, 28(1), 70.
- Horn, G. V. (2013). Ethics and Sustainability. Retrieved from  
[https://iseethics.files.wordpress.com/2013/09/ethics\\_and\\_sustainability\\_primer.pdf](https://iseethics.files.wordpress.com/2013/09/ethics_and_sustainability_primer.pdf)
- Ikedá, N., Murray, C., & Salomon, J. (2009). Tracking population health based on self-reported  
impairments: Trends in the prevalence of hearing loss in US adults, 1976-2006. *American  
Journal of Epidemiology*, 170(1), 80-87.
- Instructions for Using Artifacts*. (2017). Public Security Police of Portugal Retrieved from  
<http://www.apipe.org/docs/instrucao%20psp%20fogos%20artificio%20aprovada.pdf>
- International Association of Amusement Parks and Attractions (2018). Retrieved from  
<http://www.iaapa.org/>
- Ipirotecnia. Retrieved from <http://www.accapirotecnia.pt/>
- ISO 1996/2: *Acoustics: Description and measurements of environmental noise*. (1987). Berna:  
International Organization for Standardization.
- ISO/TC 250. (2012). ISO 20121:2012 Event Sustainability Management Systems-Requirements With  
Guidance for use, (International Standard Organization 2012).
- Jardim, D., Guedes, M., Leite, M. J., Mourão, G., & Boavida, F. (2017). Guia de Harmonização da  
Aplicação das Licenças Especiais de Ruído. Retrieved from Agência Portuguesa do Ambiente  
website: [https://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ruido/Guia%20LER\\_jul\\_2017%20.pdf](https://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ruido/Guia%20LER_jul_2017%20.pdf)
- Jeram, S., Lekaviciute, J., Krukke, Z., Argalasova-Sobotova, L., et al. (2013). Community response to  
noise: Research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States.  
*Noise Health*, 15(62), 12.
- Jiang, W., Zhao, F., Guderley, N., & Manchaiah, V. (2016). Daily music exposure dose and hearing  
problems using personal listening devices in adolescents and young adults: A systematic review.  
*International Journal of Audiology*, 55, 197-205.
- Kaiser, F., & Rohde, T. (15 Sep 2013). Orlando theme park acoustics: A soundscape analysis. *Inter  
Noise*.



- Kaiser, H. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39, 31-36.
- Kamp, I. V., & Davies, H. (2013). Noise and health in vulnerable groups: A review. *Noise and Health*, 15(64), 153.
- Karpa, M., Gopinath, B., Beath, K., Rochtchina, E., et al. (2010). Associations between hearing impairment and mortality risk in older persons: the Blue Mountains Hearing Study. *Ann Epidemiol*, 20(6), 452-459.
- Karpa, M., Gopinath, B., Beath, K., Rochtchina, E., et al. (2010). Associations between hearing impairment and mortality risk in older persons: the Blue Mountains Hearing Study. *Ann Epidemiol*, 20(6), 452-459.
- Kochkin, S. (2007). *The Impact of Untreated Hearing Loss on Household Income*. Washington DC: Better Hearing Institute.
- Kramer, H., Tamaki, C., Roush, K., & Meinke, D. (2018). Occupational Noise Exposure in Carnival Ride Operators at an Independent State Fair. Retrieved from [http://c.ymcdn.com/sites/www.hearingconservation.org/resource/resmgr/2015\\_Conference/Kramer\\_Noise\\_Exposure\\_Carniv.pdf](http://c.ymcdn.com/sites/www.hearingconservation.org/resource/resmgr/2015_Conference/Kramer_Noise_Exposure_Carniv.pdf)
- Kujala, T., & Brattico, E. (2009). Detrimental noise effects on brain's speech functions. *Biol Psychol*, 81(3), 135-143.
- Laitinen, H. (2005). Factors affecting the use of hearing protectors among classical music players. *Noise Health*, 7(26), 21-29.
- Leme, P., & Carlos, A. (2010). *Guia prático para organização de eventos mais sustentáveis Campus USP de São Carlos*. São Paulo: EESC-USP São Carlos
- Leong, F., & Austin, J. (2006). *The Psychology Research Handbook* (2<sup>a</sup> ed.). California: Sage Publications, Thousand Oaks.
- Likert, R. (1932). A Technique for the Measurement of Attitudes. *Archives of Psychological*, 140. Livro 5 Título LXXXI In Código Filipino. Retrieved from <http://www1.ci.uc.pt/ihiti/proj/filipinas/15p1230.htm>
- Maassen, M., Babisch, W., Bachmann, K., Ising, H., et al. (2001). Ear damage caused by leisure noise. *Noise Health*, 4(13), 1.
- Maia: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal da Maia website: <http://www.cm-maia.pt/>
- Manchaiah, V., Zhao, F., Oladeji, S., & Ratinaud, P. (2018). Examination of previously published data to identify patterns in the social representation of “Loud music” in young adults across countries. *Noise Health*, 20, 16-22.
- Marco de Canaveses: a câmara municipal. Retrieved from Câmara Municipal de Marco de Canaveses website: <https://www.cm-marco-canaveses.pt/>
- Maroco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (5<sup>a</sup> ed.). Pêro Pinheiro: Edições ReportNumber.
- Martinez, M. (1999). *Parques de Diversões, Histórico, Caracterização e Análise da Indústria no Brasil*. (Dissertação), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Matias, N. (2017). O infante d. Henrique e a visão do mar. Academia das Ciências de Lisboa. Retrieved from [http://www.acad-ciencias.pt/document-uploads/2421954\\_vieira-matias,-o-infante-d.-henrique-e-a-visao-do-mar.pdf](http://www.acad-ciencias.pt/document-uploads/2421954_vieira-matias,-o-infante-d.-henrique-e-a-visao-do-mar.pdf)
- Matosinhos: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal de Matosinhos website: <http://www.cm-matosinhos.pt/pages/490>
- Melo, J., Meneses, C., & Marciori, L. (2012). Prevalência de zumbido, em idosos com e sem história de exposição ao ruído ocupacional. *Int. Arch. Otorhinolaryngol*, 16(2), 222-225.
- Mendes, M., & Morata, T. (2007). Exposição profissional à música: uma revisão. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*, 12(1), 63-69.
- Mendes, M., Morata, T., & Marques, M. (2007). Aceitação de protetores auditivos pelos componentes de banda instrumental e vocal. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 73(6), 785-792.
- Menge, C. W. (1999). Noise from amusement park attractions: sound level data and abatement strategies. *Noise Control Eng. J*, 47(5).

- Mercier, V., Luy, D., & Hohmann, B. (2003). The sound exposure of the audience at a music festival. *Noise Health*, 5(19), 51.
- Mergulhão, F. (2009). *Ruído Ocupacional e sua Percepção pelos Alunos de Medicina Dentária*. Porto: Universidade Fernando Pessoa.
- Miguel, A. S. (2012). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho* (12ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Monteiro, V., & Samelli, A. (2010). Study of the hearing of percussionists of a samba school from São Paulo. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol*, 15(1), 14-18.
- Moon, I., Park, S., Park, H., Yang, H., et al. (Oct 2011). Clinical Characteristics of Acoustic Trauma Caused by Gunshot Noise in Mass Rifle Drills without Ear Protection. *J Occup Environ Hyg*, 8(10), 618-623.
- Morata, T. (2007). Young people: Their noise and music exposures and the risk of hearing loss. *Audiology*, 46(3), 111-112.
- Moura, A., Moura, J., Cardoso, A., Escalera, J., & Almeida, C. (2015). Festa Nossa Senhora d'Agonia: contributo para a análise do impacto sociocultural, ambiental e económico na sub-região do Alto Minho (Portugal) 11(11), 189-210. Retrieved from <http://www.uniaraxa.edu.br/ojs/index.php/evidencia/article/viewFile/478/457>
- Muzet, A. (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev*, 11(2), 135-142.
- Nascimento, E. (2012). Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao económico. *Estud Av*, 26(74).
- Neiva, E., Abbad, G., & Tróccoli, B. (2008). *Roteiro para Análise Fatorial de Dados* In. Retrieved from [https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/107810/mod\\_folder/content/0/An%C3%A1lise%20Fatorial/roteiro\\_analise\\_fatorial\\_Reformulado.doc?forcedownload=1](https://aprender.ead.unb.br/pluginfile.php/107810/mod_folder/content/0/An%C3%A1lise%20Fatorial/roteiro_analise_fatorial_Reformulado.doc?forcedownload=1)
- New York Times Recomenda a cidade de Guimarães. (2011). Retrieved from Diário de Notícias website: <https://www.dn.pt/portugal/interior/new-york-times-recomenda-a-cidade-de-guimaraes-1753623.html>
- Niosh. (1998). Occupational noise exposure. Retrieved from <http://www.cdc.gov/niosh/docs/98-126/>
- Niskar, A. S., Kieszak, S., Holmes, A., Esteban, E., et al. (2001). Estimated prevalence of noise-induced hearing threshold shifts among children 6 to 19 years of age: the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994, United States. *Pediatrics*, 108(1), 40-43.
- Noise Pollution and Abatement Act of 1972: Codification amended at 42 U.S.C, 1988, Pub. L. No. 92-574, 86 Stat. 4901-4918 (1972).
- Nossa Senhora da Pena: o blog. (2017). Retrieved from Comissão de Festa de Nossa Senhora da Pena website: <http://senhoradapena.blogspot.com.br>
- NP ISO 1996-2 - Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente. (2011).
- OECD. (1993). OECD Core Set of Indicators for Environmental Performance Reviews: A synthesis report by the Group on the State of the Environment. *Environment Monographs*, 83(OECD/GD(93)), 179.
- Öhrström, E., Skånberg, A., Svensson, H., & Gidlöf-Gunnarsson, A. (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *J. Sound Vib*, 295(1), 40-59.
- Organização Mundial de Saúde (2017). *Global costs of unaddressed hearing loss and cost-effectiveness of interventions..* World Health Organization Retrieved from <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/254659/1/9789241512046-eng.pdf>.
- Organização Mundial de Saúde. (2011). *Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. Denmark: World Health Organization, Regional Office for Europe.
- Osha. (2011). 29 CFR 1910.95 - Occupational noise exposure. Retrieved from <https://www.gpo.gov/fdsys/granule/CFR-2011-title29-vol5/CFR-2011-title29-vol5-sec1910-95>
- Osório, C., Greenberg, N., Jones, N., Goodwin, L., et al. (2013). Combat exposure and posttraumatic stress disorder among Portuguese special operation forces deployed in Afghanistan. *Military Psychology*, 25(1), 70-81.



- Paddan, G. (2016). Occupational noise exposure on a Royal Navy warship during weapon fire. *Noise Health*, 18, 266-273.
- Pardellas, J. (2007). El Carnaval Ganó a las Normas Contra el Ruido. Retrieved from [https://elpais.com/diario/2007/02/19/agenda/1171839601\\_850215.html](https://elpais.com/diario/2007/02/19/agenda/1171839601_850215.html)
- Park, A. (2015). How Fireworks Can Trigger PTSD. Retrieved from Time Health website: <http://time.com/3945001/fireworks-ptsd/>
- Paunovic, K., Belojevic, G., & Jakovljevic, B. (2013). Blood pressure of urban school children in relation to road-traffic noise, traffic density and presence of public transport. *Noise Health*, 15, 253-260.
- Pedersen, T. H. (2016). *A Model for Noise Annoyance*: Euronoise.
- Pensador. Retrieved from [https://www.pensador.com/autor/carmen\\_miranda/](https://www.pensador.com/autor/carmen_miranda/)
- Pereira, R. (2014). A Importância Histórica, Educativa e Cultural das Bandas Filarmónicas em Portugal Retrieved from [https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5994/1/A\\_import%C3%A2ncia\\_hist%C3%B3rica\\_educativa-e-cultural\\_das\\_bandas\\_filarm%C3%B3nicas.pdf](https://sapientia.ualg.pt/bitstream/10400.1/5994/1/A_import%C3%A2ncia_hist%C3%B3rica_educativa-e-cultural_das_bandas_filarm%C3%B3nicas.pdf)
- Pestana, M., & Gageiro, J. (2008). *Análise de dados para Ciências Sociais: A complementaridade do SPSS* (5ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Pinto, F. (2008). Encyclopedia of the popular and religious festivals of Portugal - Catalog of Portuguese festivals, fairs and pilgrimages. In (1ª ed.).
- Plontke, S., Dietz, K., Pfeffer, C., & Zenner, H. (2002). The incidence of acoustic trauma due to New Year's firecrackers. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 259(5), 247-252.
- Porto: a associação. (2018). (Câmara de Indústria e Comércio). Retrieved from Associação Empresarial de Portugal website: <http://www.aeportugal.pt/>
- Porto: a união. (2017). (Direito da UE). Retrieved from União Europeia website: [https://europa.eu/european-union/law\\_pt](https://europa.eu/european-union/law_pt)
- Programa São João do Porto 2017. (2017). Retrieved from Porto Lazer website: <http://www.portolazer.pt/assets/misc/img/noticias/S%C3%A3o%20Jo%C3%A3o/2017/programa-sao-joao-2017.pdf>
- Promenade Autour de la Cochlée (2007). Retrieved from <http://www.neuroreille.com/promenade/index.htm>
- Público (2017). São João do Porto de 2017 “foi o mais seguro de sempre”. Retrieved from <https://www.publico.pt/2017/06/25/local/noticia/sao-joao-do-porto-de-2017-foi-o-mais-seguro-de-sempre-1776875>
- Queremos fogos-de-artifício SILENCIOSOS em Cascais (2018). Retrieved from <http://peticaopublica.com/pview.aspx?pi=PT81348>
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2005). *Manual de Investigação em Ciências Sociais* (4ª ed.). Lisboa: Gradiva.
- Ramma, L. (2011). Vuvuzela media coverage during the 2010 FIFA soccer world cup tournament: Impact on raising awareness of noise-induced hearing loss. *Noise Health*, 13(55), 415.
- Rawool, V., & Colligon-Wayne, L. (2008). Auditory lifestyles and beliefs related to hearing loss among college students in the USA. *Noise Health*, 10(38), 1.
- Recomendação do Conselho, de 18 de Fevereiro de 2003, sobre a melhoria da protecção da saúde e da segurança no trabalho dos trabalhadores independentes.* (2003).
- Report of the world commission on environment and development: Our common future.* (1987). Oslo, Norway: United Nations General Assembly, Development and International Co-operation: Environment.
- Rocha, C. A. A. C. d. (2010). *O Custo do ruído no planeamento da infraestrutura de transporte rodoviário.* (Tese de doutorado), FEUP/UP, <https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/65841>.
- Royster, J., Royster, L., & Killion, M. (1991). Sound exposures and hearing thresholds of symphony orchestra musicians. *J Acoust Soc Am*, 89, 2793.

- Russell, M. (2009). *The Chemistry of Fireworks* In. Retrieved from [http://www.springer.com/cda/content/document/cda\\_downloadaddocument/Front+Matter+9780854041275.pdf?SGWID=0-0-45-681498-p173843916](http://www.springer.com/cda/content/document/cda_downloadaddocument/Front+Matter+9780854041275.pdf?SGWID=0-0-45-681498-p173843916)
- Russo, I. (1999). *Acústica e Psicoacústica Aplicadas à Fonoaudiologia* (2ª ed.). São Paulo: Lovise.
- Russo, I., Santos, T., Busgaib, B., & Osterne, F. (1995). Um estudo comparativo sobre os efeitos da exposição à música em músicos de trio elétrico. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 61(6), 477-484.
- RTP NOTÍCIAS (2017). Ocupação de hotéis de luxo do Porto “supera os 90%” para as festas do São João. Retrieved from [https://www.rtp.pt/noticias/cultura/ocupacao-de-hoteis-de-luxo-do-porto-supera-os-90-para-as-festas-do-sao-joao\\_n1005461](https://www.rtp.pt/noticias/cultura/ocupacao-de-hoteis-de-luxo-do-porto-supera-os-90-para-as-festas-do-sao-joao_n1005461)
- Ryberg, J. (2009). A national project to evaluate and reduce high sound pressure levels from music. *Noise Health*, 11(43), 124.
- Samelli, A., & Schochat, E. (2000). Perda auditiva induzida por nível de pressão sonora elevado em um grupo de músicos profissionais de rock-and-roll. *Acta WHO*, 19(3), 136-143.
- Segal, S., Eviatar, E., Lapinsky, J., Shlamkovitch, N., & Kessler, A. (2003). Inner ear damage in children due to noise exposure from toy cap pistols and firecrackers: A retrospective review of 53 cases. *Noise Health*, 5(18), 13.
- Ser, C. (2007). Los Vecinos que Demandaron el Ruido del Carnaval de Tenerife denuncian el "odio social" Fomentado por el Ayuntamiento. Retrieved from [http://cadenaser.com/ser/2007/02/09/espana/1170982219\\_850215.html](http://cadenaser.com/ser/2007/02/09/espana/1170982219_850215.html)
- SIDS Portugal. Retrieved from Agência Portuguesa do Ambiente website: <https://www.apambiente.pt/index.php?ref=19&subref=139&sub2ref=503&sub3ref=513>
- Silva, N., Ferreira, W., Cirillo, M., & Scalón, J. (2014). O Uso da Análise Fatorial na Descrição e Identificação dos Perfis Característicos de Municípios de Minas Gerais 32(2), 201-215. Retrieved from [http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v32/v32\\_n2/A3\\_Naje\\_Wederson.pdf](http://jaguar.fcav.unesp.br/RME/fasciculos/v32/v32_n2/A3_Naje_Wederson.pdf)
- Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) (2000). Retrieved from Agência Portuguesa do Ambiente website: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=19&subref=139&sub2ref=503>
- Sistema de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável (SIDS) (2007). Retrieved from Agência Portuguesa do Ambiente website: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=19&subref=139&sub2ref=503>
- Smootenburg, G. (1993). Risk of noise-induced hearing loss following exposure to Chinese firecrackers. *Audiology*, 32(6), 333-343.
- Sørensen, M., Hvidberg, M., Andersen, Z., Nordsborg, R., et al. (2011). Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur Heart J*, 32(6), 737-744.
- Steinmetz, L., Zeigelboim, B., Lacerda, A., Morata, T., & Marques, J. (2009). Características do zumbido em trabalhadores expostos a ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol*, 75(1), 7-14.
- Stevens, J. (1986). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Strange, T., & Bayley, A. (2008). *Sustainable Development, Linking Economy, Society, Environment*. OECD Insights: Sustainable Development.
- Stroze, A. (2013). *Proteção auditiva contra o trauma acústico pelo condicionamento auditivo com gentamicina* (Tese), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto.
- Supreme Court of India (2005). Retrieved from <https://indiankanoon.org/doc/929541/>
- Tabachnick, B., & Fidell, L. (2007). *Using Multivariate Statistics* (5ª ed.). Boston: Pearson.
- Taljaard, D., Leishman, N., & Eikelboom, R. (2013). Personal listening devices and the prevention of noise induced hearing loss in children: The cheers for ears pilot program. *Noise Health*, 5(65), 261.
- Tandon, R., Agrawal, K., Narayan, R., Tiwari, V., et al. (2012). Firecracker injuries during Diwali festival: The epidemiology and impact of legislation in Delhi. *Indian J Plast Surg*, 45(1), 97.
- Teixeira, A., Freitas, C., Millão, L., Gonçalves, A., et al. (2008). Relationship Among Hearing Loss, Age, Gender, and Quality of Life in Older Individuals. *Int. Arch. Otorhinolaryngology*, 12(1), 70-75.

- TermoWin. (2018). Protecção acústica. Retrieved from TermoWin website: [www.pvc-janelas.com/index.php?p=index&id\\_area=4&subarea\\_id=29](http://www.pvc-janelas.com/index.php?p=index&id_area=4&subarea_id=29)
- Tran, M. (2014). Bonfire night sparks unwanted memories of combat for war veterans. Retrieved from The Guardian website: <https://www.theguardian.com/uk-news/2014/nov/05/bonfire-night-unwanted-combat-memories-war-veterans>
- Trofa: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal da Trofa website: <http://www.mun-trofa.pt/>
- Tronstad, T., & Gelderblom, F. (2016). Sound exposure during outdoor music festivals. *Noise Health*, 18, 220-228.
- Ulrich-Lai, Y., Christiansen, A., Ostrander, M., Jones, A., et al. (2010). Pleasurable behaviors reduce stress via brain reward pathways. *Proc Natl Acad Sci*, 107(47), 20529-20534.
- Ulrich-Lai, Y., & Herman, J. (2010). Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses. *Nat. Rev. Neurosci*, 10(6), 397-409.
- Valongo: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal de Valongo website: <https://www.cm-valongo.pt/>
- Viana do Castelo: a associação. (2017). (Romaria Sra. D'Agonia). Retrieved from Viana Festas website: <http://vianafestas.com/pt/eventos-e-romarias/romaria-sra-da-agonia>
- Vicente, P., Reis, E., & Ferrão, F. (2001). *Sondagens: a amostragem como factor decisivo de qualidade* (2ª ed.). Lisboa: Edições Sílabo.
- Vila Nova de Gaia: a câmara municipal. (2017). Retrieved from Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia website: <http://www.cm-gaia.pt/pt/>
- Vlaanderen. *The Environment, Nature and Energy Department, The Flemish Government*. Retrieved from <https://navigator.emis.vito.be/mijn-navigator?woId=9487>.
- Yamazaki, K., Ishijima, K., & Sato, H. (2010). A clinical study of traumatic tympanic membrane perforation. *Nihon Jibiinkoka Gakkai Kaiho*, 113(8), 679-686.
- Yin, S. (2016). 'Quiet Fireworks' Promise Relief for Children and Animals. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2016/07/01/science/july-4-fireworks-quiet.html>
- Yueh, B., & Shekelle, P. (2007). Quality indicators for the care of hearing loss in vulnerable elders. *J Am Geriatr Soc*, 55(s2), S335-S339.
- Zhao, F., Manchaiah, V., French, D., & M, S. P. (2010). Music exposure and hearing disorders: An overview. *International Journal of Audiology*, 49, 54-64.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE 1 – MODELO DE INQUÉRITOS APLICADOS PARA ANÁLISE DE PERCEPÇÃO  
DE RISCO DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DE FOGOS DE ARTIFÍCIO**

## APÊNDICE 1

### INQUÉRITO PERCEÇÃO DE POLUIÇÃO SONORA

**O som e o ruído em festas e romarias populares - Público alvo: comunidade**

**LOCAL** \_\_\_\_\_ **DATA** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

1-Género

<b>MASCULINO</b>		<b>FEMININO</b>	
------------------	--	-----------------	--

2-Faixa etária

<b>Menos de 12 anos</b>		<b>De 13 a 18 anos</b>		<b>De 19 a 30 anos</b>		<b>De 31 a 45 anos</b>		<b>De 46 a 65 anos</b>		<b>Mais de 65 anos</b>	
-------------------------	--	------------------------	--	------------------------	--	------------------------	--	------------------------	--	------------------------	--

3-O som ouvido nesta festa/romaria é:

<b>Pouco intenso</b>	<b>Intenso</b>	<b>Muito intenso</b>

4-O som ouvido nesta festa/romaria produz incómodo na comunidade

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo Muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

5-O som ouvido nesta festa/romaria pode produzir dano auditivo

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo Muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

6-Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor no ouvido

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo Muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

7-Quando saio de uma festa/romaria como esta ouço um zumbido

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo Muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

8-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho uma surdez temporária

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

9-Quando saio de uma festa/romaria como esta tenho tonturas

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

10- Quando saio de uma festa/romaria como esta sinto dor de cabeça

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>



11- As crianças deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

12- Os idosos deveriam utilizar proteção auditiva em festas e romarias

<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

13- Qualquer pessoa deveria utilizar proteção auditiva em festas e romarias

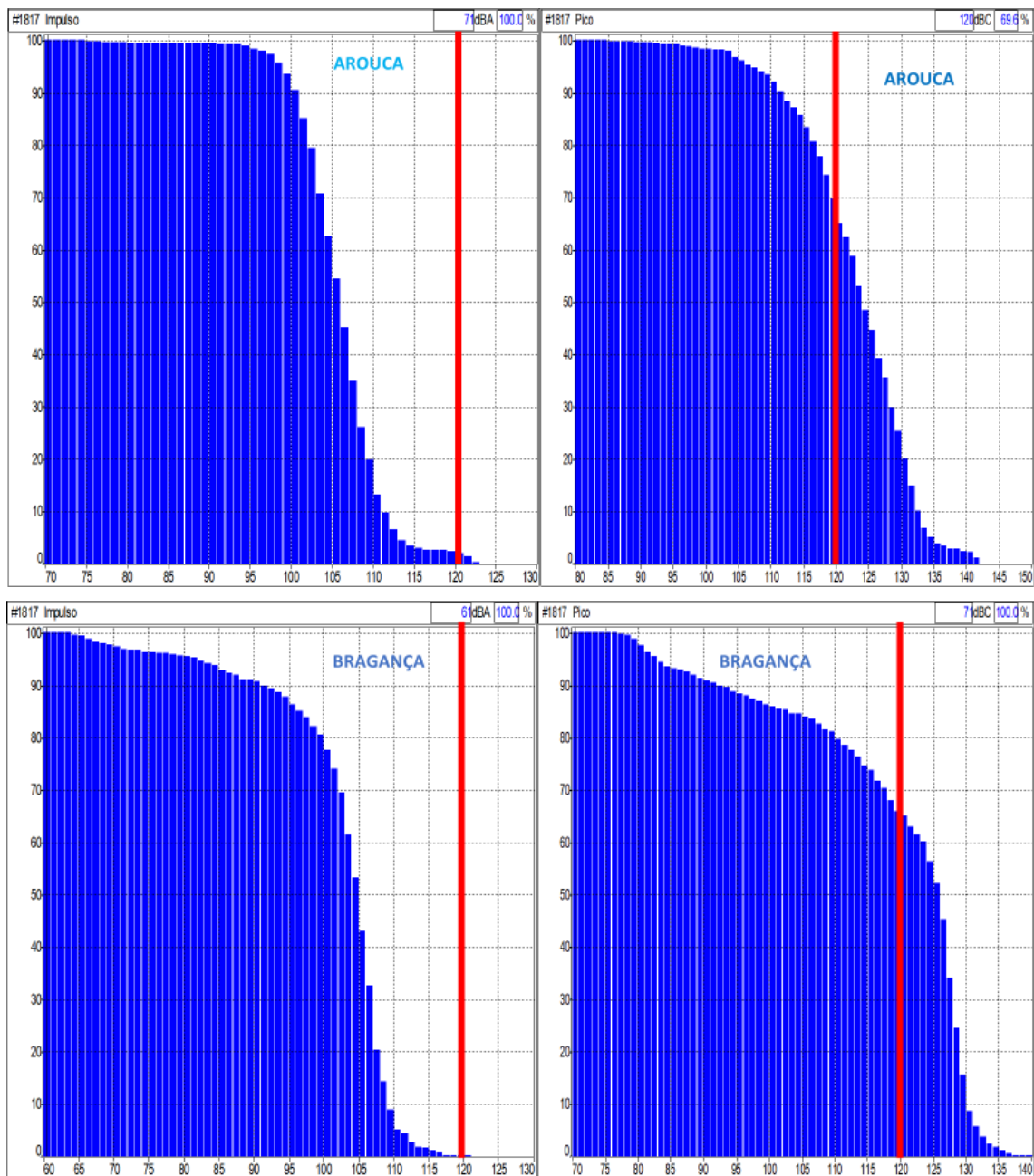
<b>Discordo totalmente</b>	<b>Discordo muito</b>	<b>Discordo pouco</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo pouco</b>	<b>Concordo muito</b>	<b>Concordo totalmente</b>

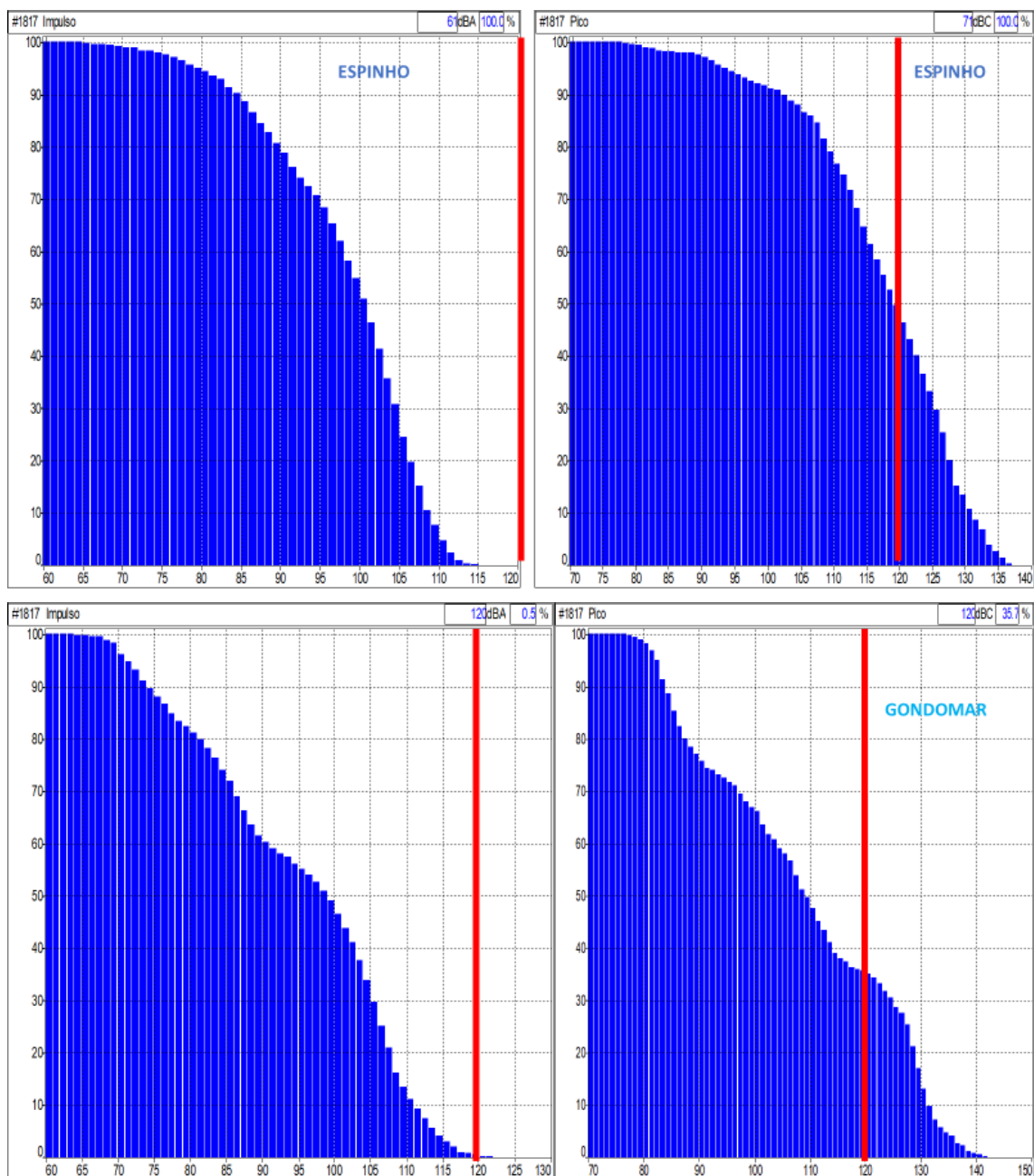


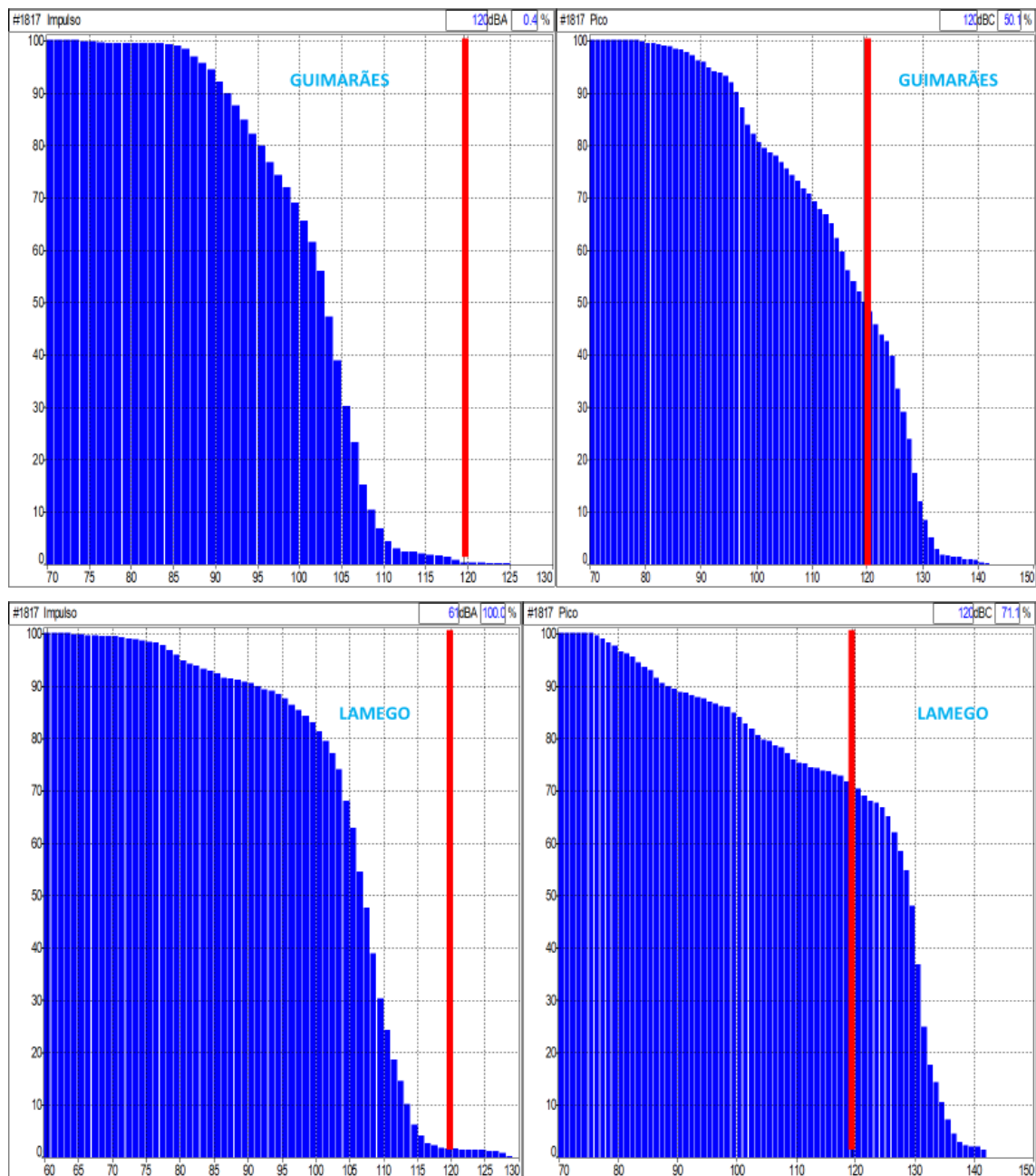
## **APÊNCIDE 2 – DISTRIBUIÇÃO ACUMULADA DE RUÍDO DE FOGO DE ARTIFÍCIO**

## APÊNDICE 2

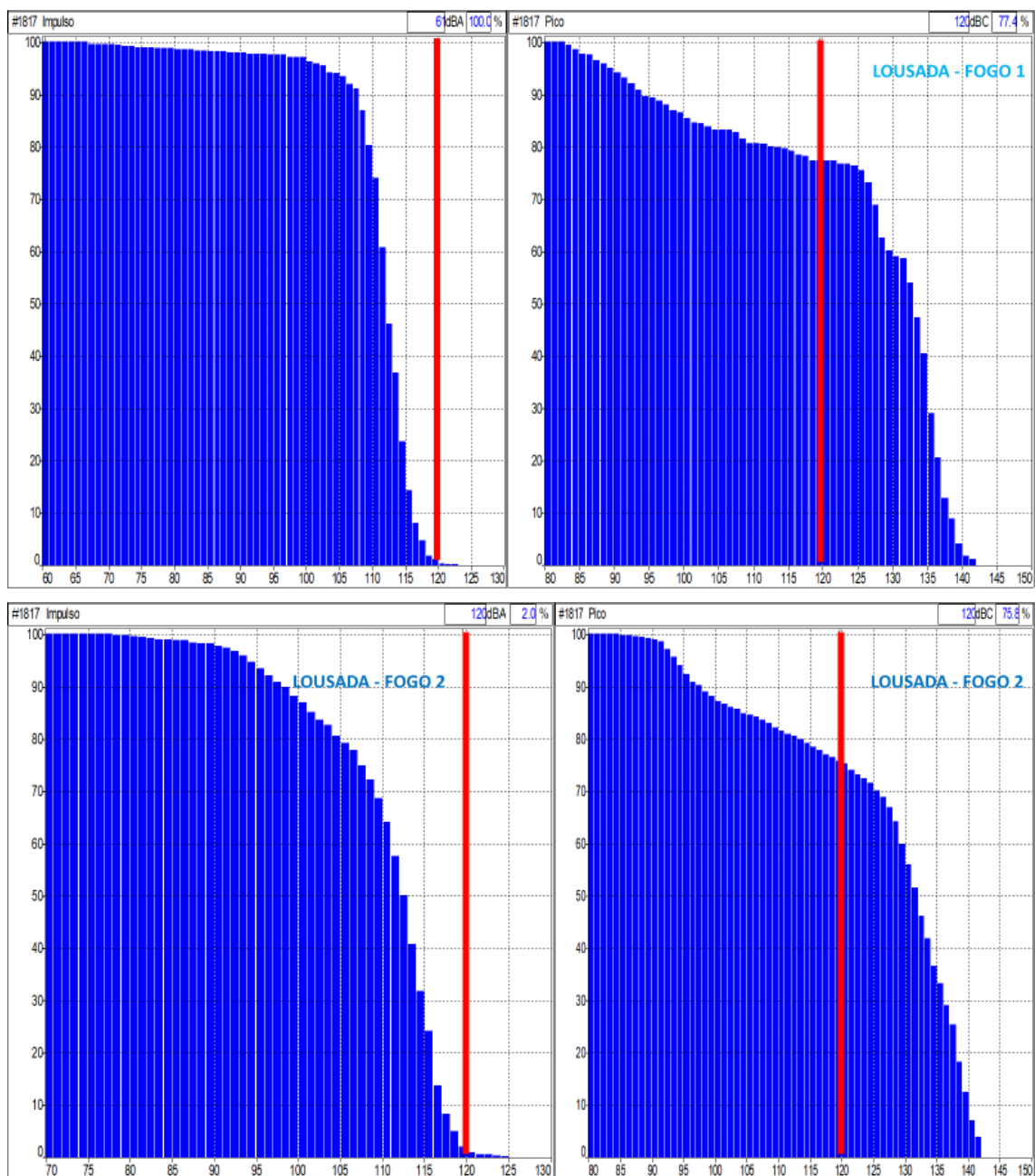
### Distribuição acumulada de ruído de fogo de artifício

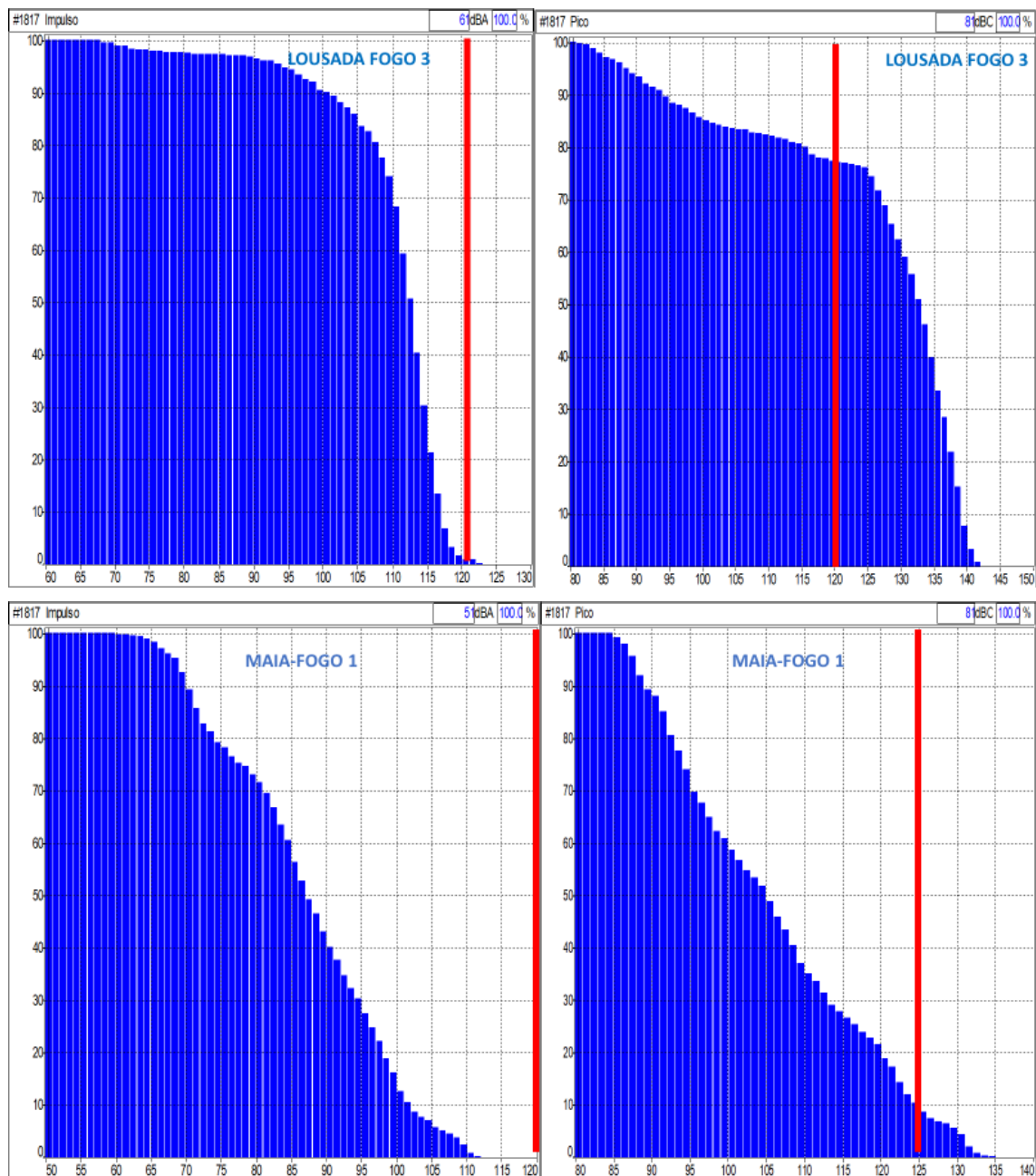


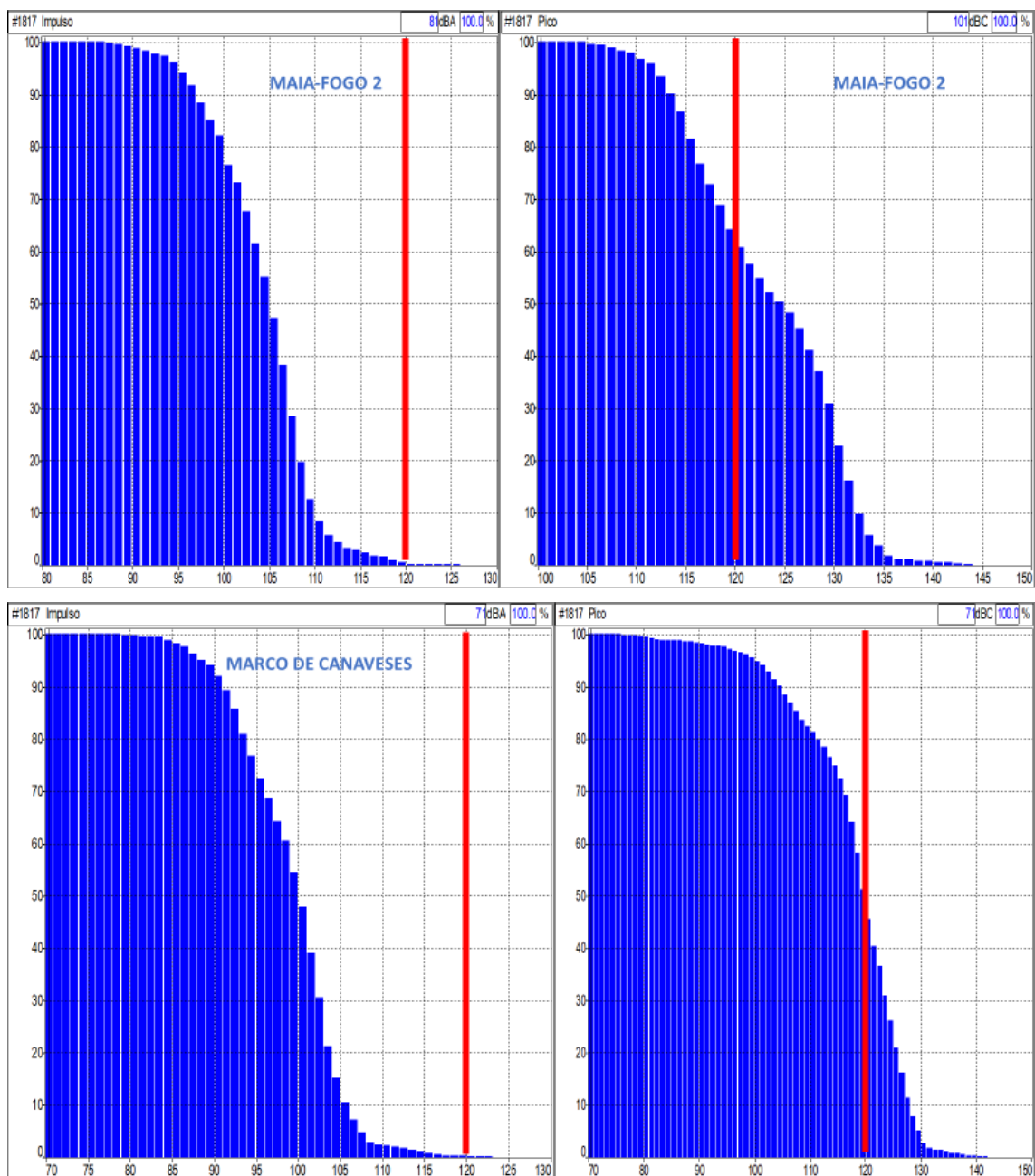


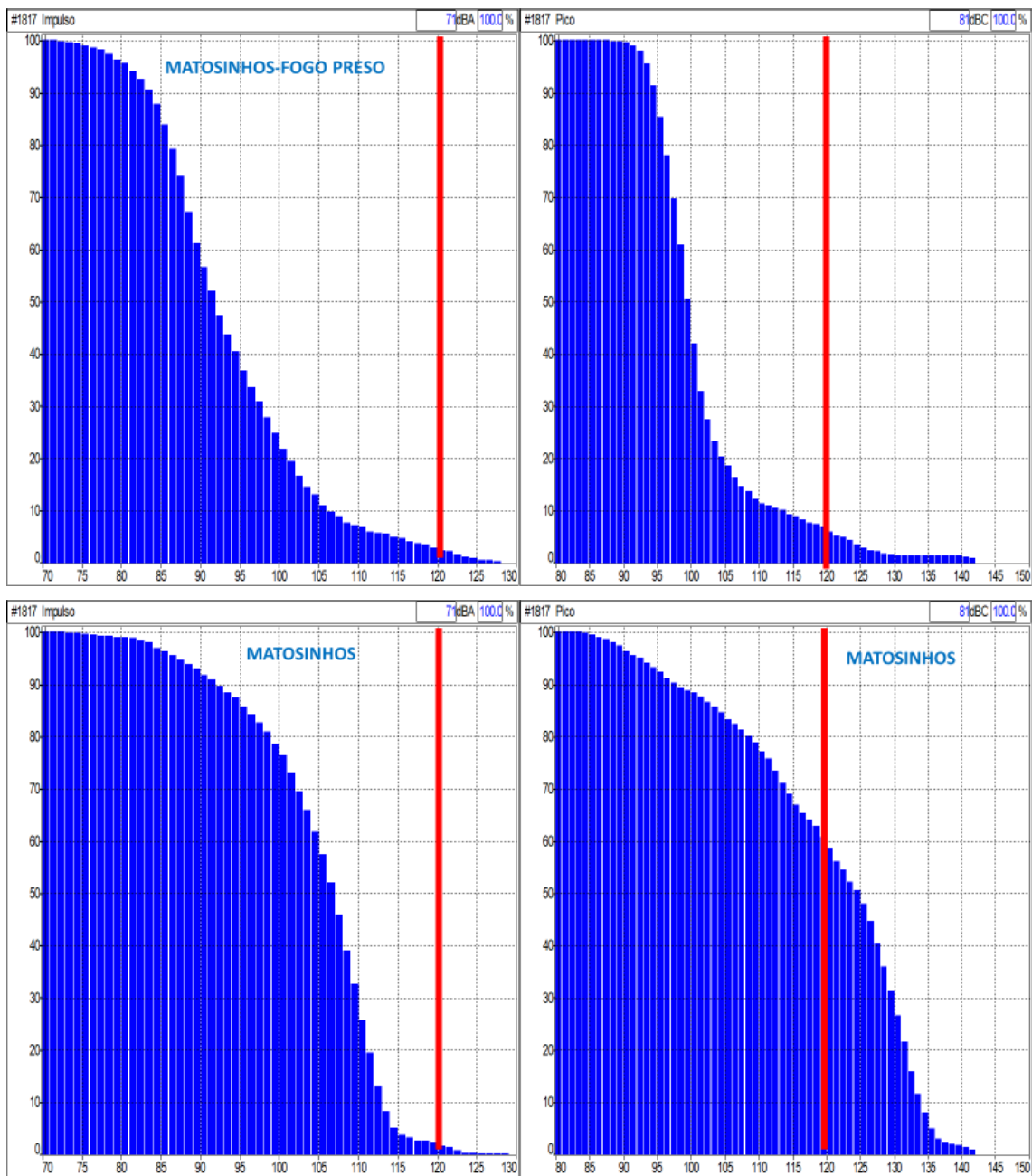




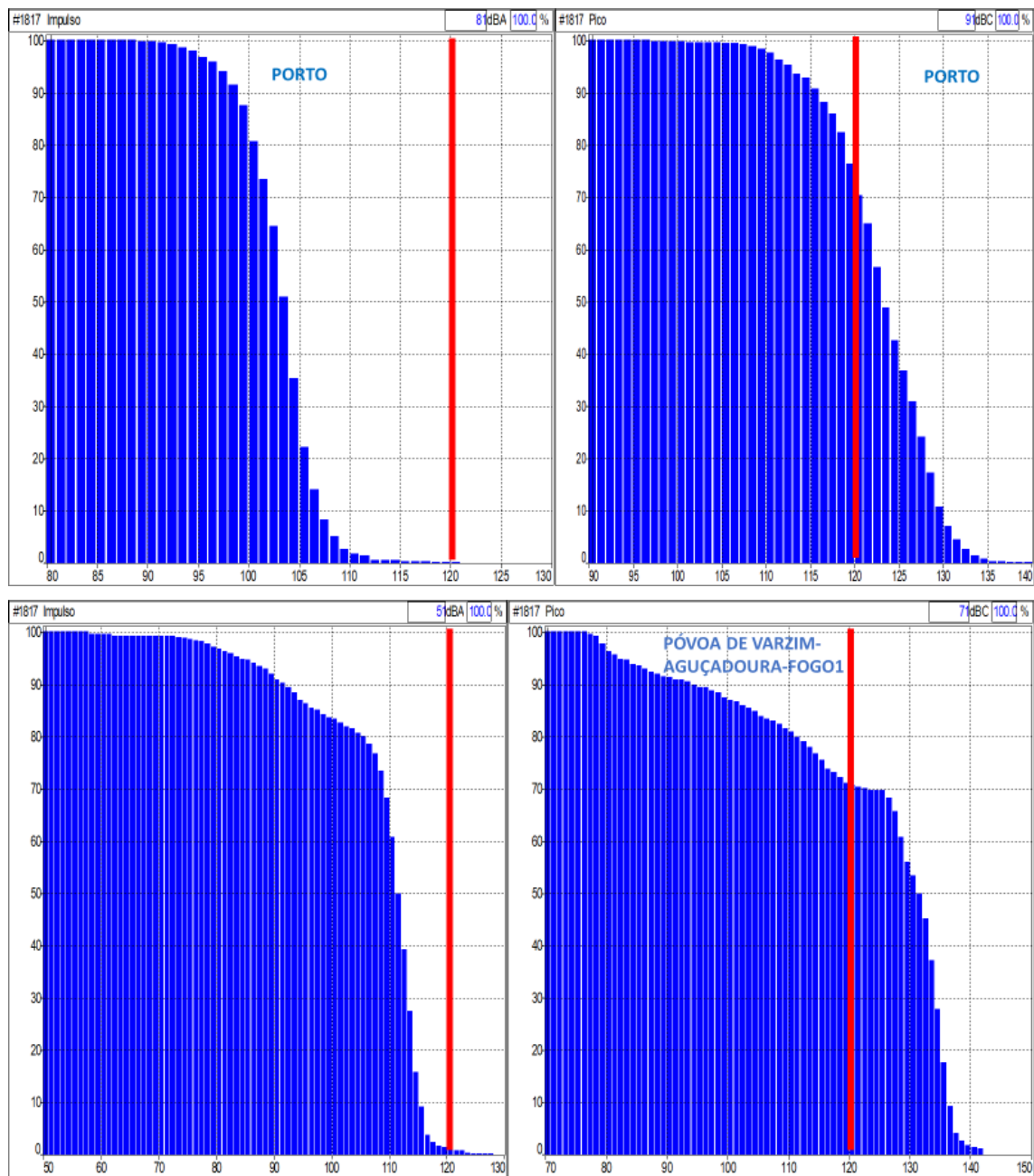




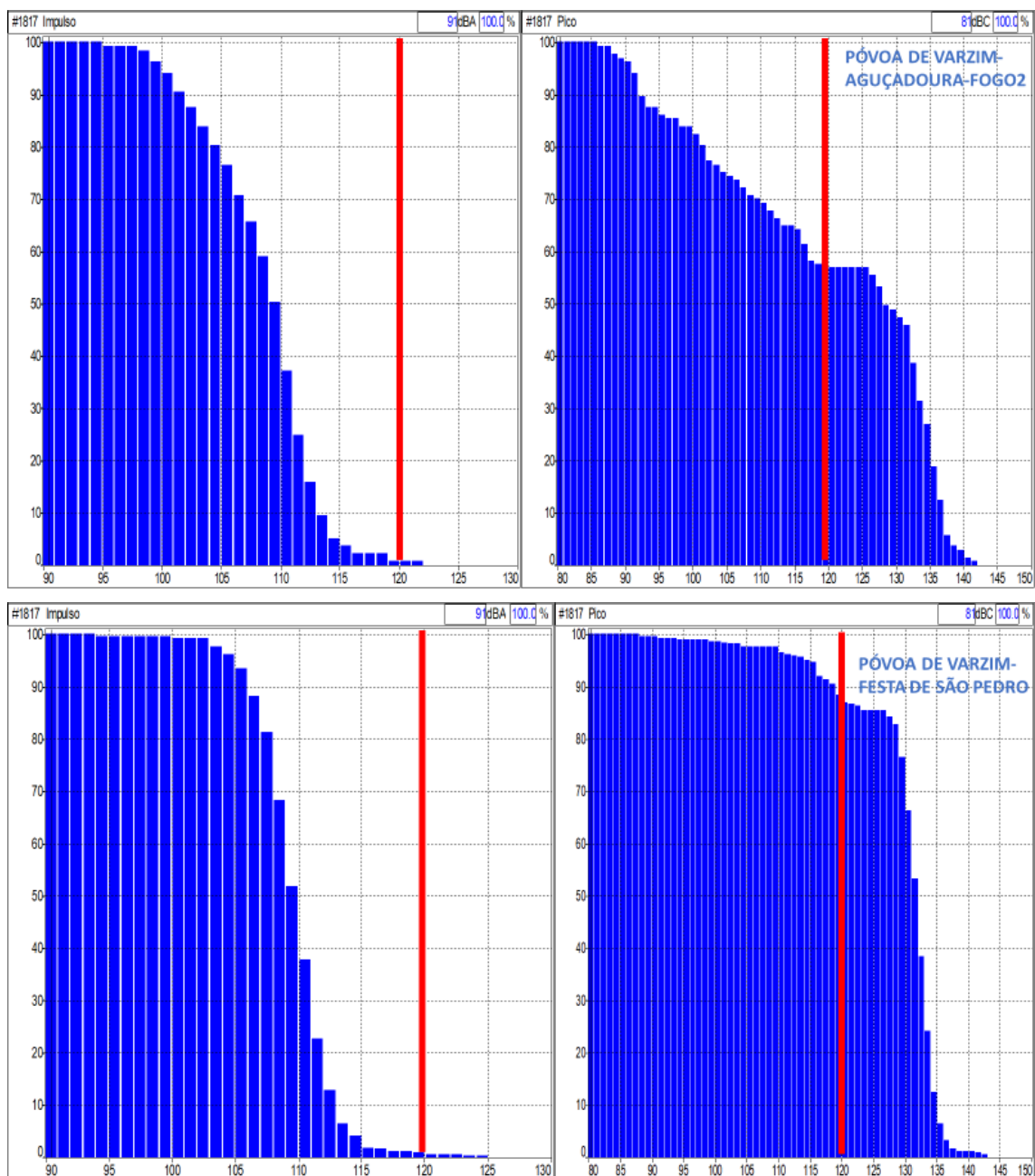


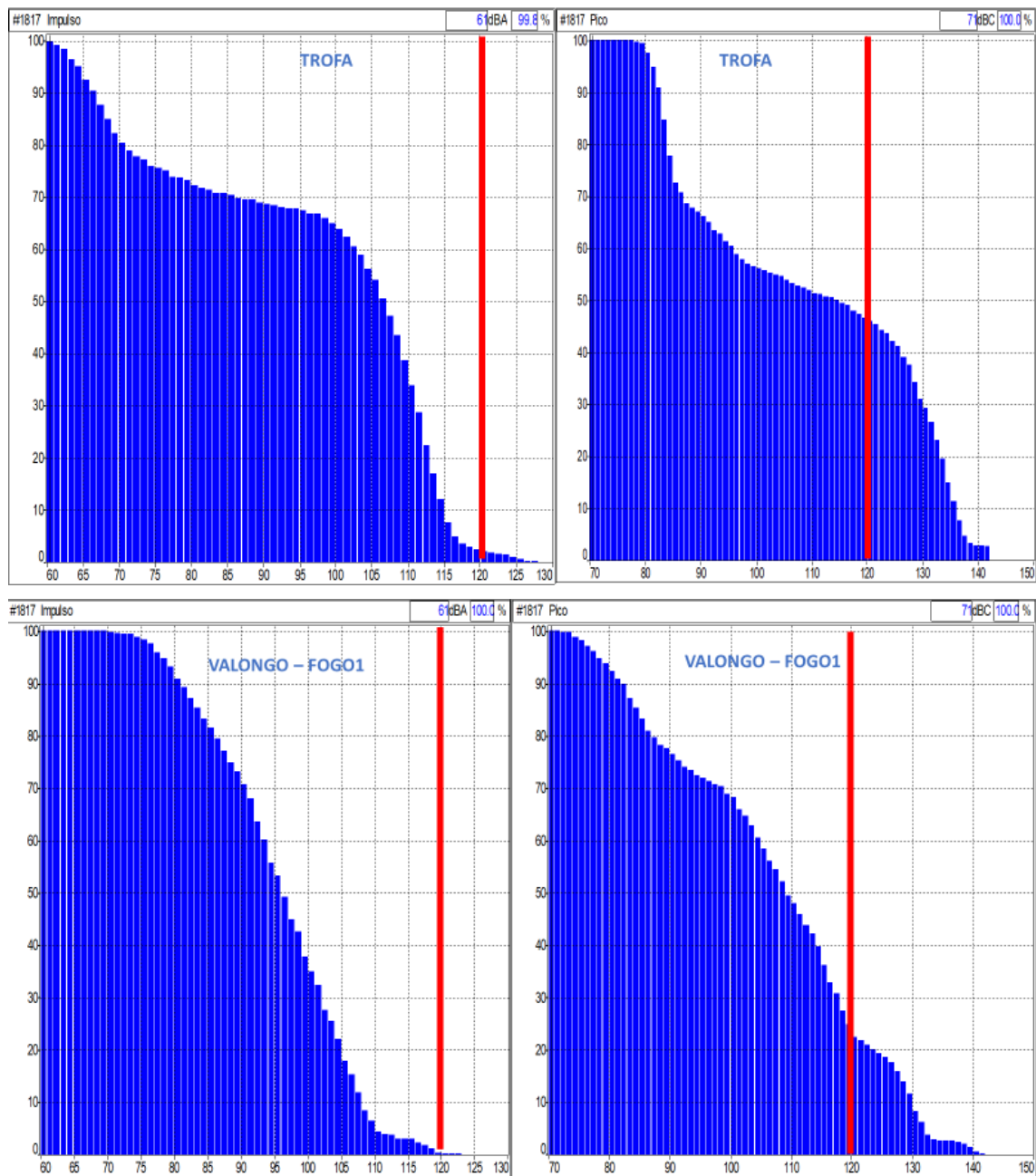


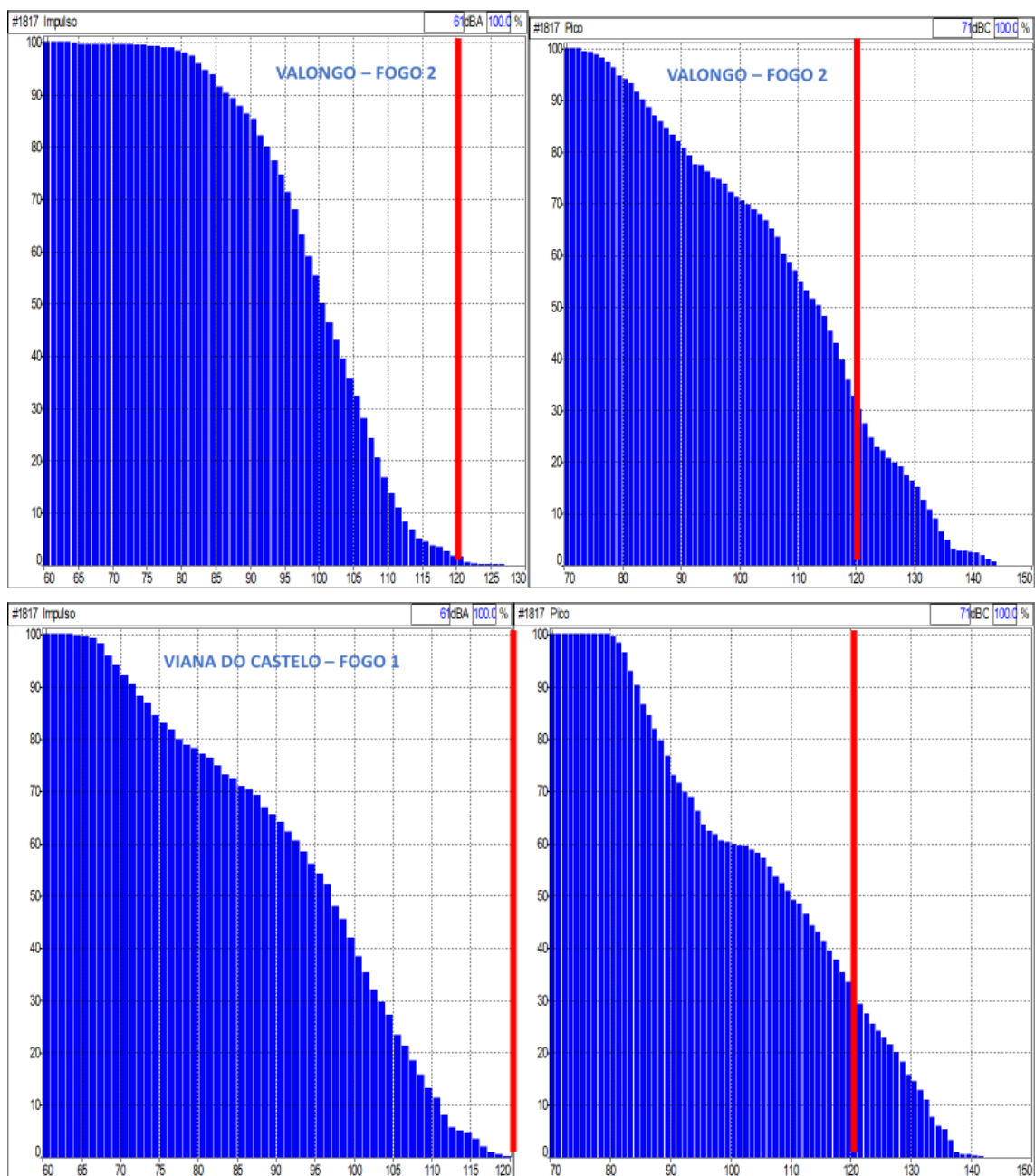


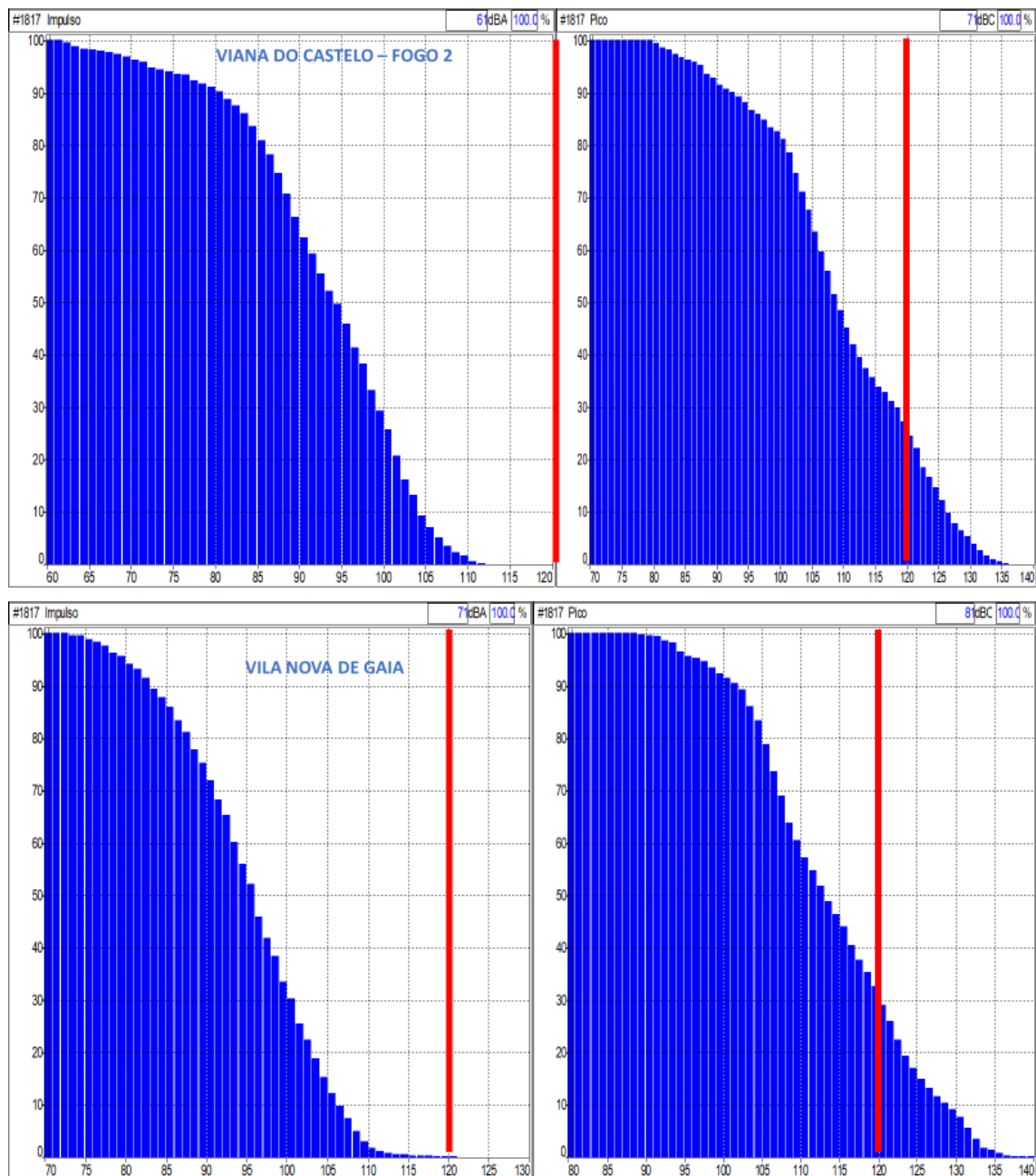


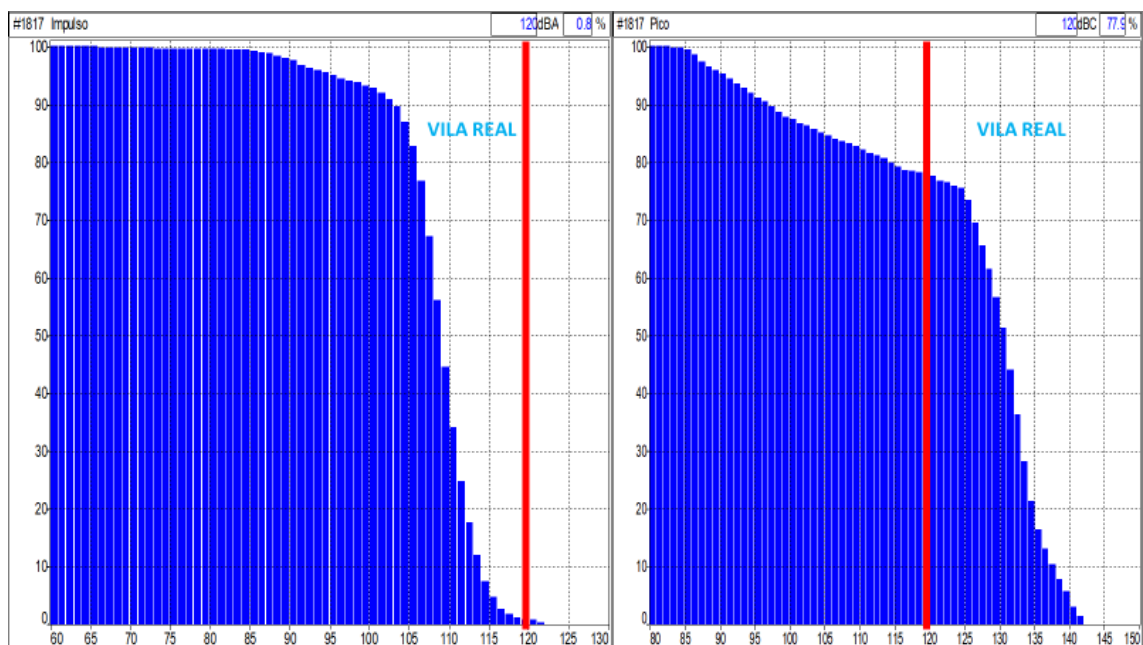












### **APÊNDICE 3- RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE RUÍDO DE BRINQUEDOS**



## APÊNDICE 3

Tabela Apêndice 3 - Resultado da avaliação de brinquedos

Conselho	Brinquedo		T(m)	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>A90</sub>	L <sub>A50</sub>	L <sub>A10</sub>
Arouca	Carrossel	infantil	4	79,7	68,8	87,9	73,1	78,5	82
	Air force	infantil	4	80,3	60,6	94,9	64,7	77,4	83
	Canguru	adulto	4	86	69,5	102,7	72	76,9	83,2
	C. Choque	adulto	4	85,1	73,1	96,6	76,9	82,6	87,4
Espinho	Carrossel	infantil	4	88,8	82,4	94	85,5	88,3	90,9
	Canguru	adulto	4	84,5	72,6	97,8	76	80,4	86,6
	Salta Monte	adulto	4	86,3	74,3	98,7	78,7	82,9	92,1
Guimarães	Carrossel	infantil	4	90	77,4	101,9	80,4	85,1	93,8
	Carrossel	infantil	4	86,3	75,8	91,5	81,7	85,2	89,3
	C. Choque	infantil	4	84,6	78,1	92	80,2	83,7	87
	Scarlextric	infantil	4	86	76,6	92,5	81	84,8	88,5
	Dragon	infantil	4	81,5	73,6	95,2	75,7	78,9	83,5
	Tornado	adulto	2,5	85,9	74,3	95,4	76,9	82,8	89,5
	Maxi dance	adulto	3,5	87,8	73,7	103	77,6	84,1	90,3
	Mather Haw	adulto	4	82,8	74	92,6	76,1	81,4	85,1
	Salta Monte	adulto	4	86,8	75,9	97,7	80,8	84,4	89,9
	C. Choque	adulto	4	82,5	76,2	90,8	78,3	81,3	85
	Fórmula 1	adulto	3	81	61,2	94,4	63,8	70,2	84,4
	Extreme	adulto	3	66,4	62,3	71,2	63,5	65,7	68,4
	Tower	adulto	5	76,2	63,3	91,5	66,5	72,1	78
	Carrossel	infantil	3,5	82,8	72,5	88	79,1	82,3	84,8
	Bob Esponja	infantil	5	85	69,3	90,5	76,4	84,1	87,8
	Topogan	infantil	5	83,1	71,8	90,3	79,4	82,5	85,3
Bragança	C. Choque	adulto	4	88,6	71,8	98,7	79,5	87,6	90,6
	Salta Monte	adulto	4	87,8	74,5	100,4	78,9	83,9	91,1
	C. Choque	infantil	4	80,2	69,8	89,4	74,4	78,4	83,1
	Dragon	infantil	4	84,1	79	93	81,4	83,3	85,6
	Carrossel	infantil	4	84,8	67,9	98,3	75,1	80,4	87,2
Gondomar	Canguru	adulto	4	80,7	65,7	89	71,4	78,3	84,4
	Apolo	adulto	4	88,8	75,8	98	82,2	86,3	92,4
	Air force	infantil	4	90,5	77,4	96,4	84,2	89,9	93,2
	Carrossel	infantil	4	90,5	77,4	96,4	84,2	89,9	93,2
Lousada	C. Choque	adulto	4	92,2	73,3	98,9	83,2	91,2	95,7
	Fórmula 1	infantil	3,5	83,8	70,5	96,2	76,9	83,3	86
	Carrossel	infantil	3,5	81,1	66,1	96,6	71	76,6	83,4
Maia	Fórmula 1	adulto	3,5	99,3	78,7	114,9	82,5	90,2	103,3
	C. Choque	adulto	4	93	86,2	98	89,9	92,5	95,1
	Supermaxdance	adulto	3	106,8	90,2	117,7	99,2	104,4	110,2
	Space	adulto	3	97,7	88,7	111,4	91,6	94,7	100
	Matterhow	adulto	3	102,8	83,7	110	96,3	102,5	104,9
	Pula pula	infantil	3,5	88,9	63,1	101,9	78,2	84,1	92
Matosinhos									

Conselho	Brinquedo		T(m)	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>A90</sub>	L <sub>A50</sub>	L <sub>A10</sub>
M. Canaveses	Mont.Russa	infantil	5	89,5	67,7	101,8	76	82,5	92,9
	Roda gigante	infantil	4	88,6	66,9	100,3	79,9	84,3	91,7
	Carrossel	infantil	4	87,5	67,6	97,6	75,4	82,4	91,9
	Carrossel	infantil	4	83,3	73	91,1	76,6	82,1	86,4
	C. Choque	infantil	4	79,9	66,7	90,3	70,7	76,9	83,4
	Disney	infantil	4	84	74,1	89,2	79,7	83,1	86,5
	Tokidinity	adulto	4	88,2	74,4	95,6	82,2	87,1	91,3
	space shoutle	adulto	4	83,3	71,7	97,1	79,5	83	85
	Matterhow	adulto	4	81,3	68,3	98	74	79,5	84
	Moveit	adulto	4	83,3	71,5	99,5	74,5	79,4	86,5
	C. Choque	adulto	4	92	85,2	97	88,9	91,3	94,9
	Canguru	adulto	4	89,4	74,3	103,1	79	83	94
	Air force	infantil	4	80,3	72,1	94,8	74,4	78,5	82,5
	Carrinho de choque	infantil	4	77,8	69,2	88,9	72,6	75,2	77,8
	Dragon	infantil	4	80	64,6	91,5	73,3	78,2	81,8
	Carrinho de choque	adulto	4	76	67	84,4	71,7	75,2	78,5
	Maxi dance	adulto	4	92,1	81,9	105,5	86	89,9	94,6
	Salta Monte	adulto	4	94	72,8	104,3	80,9	92,4	97,3
Paredes	Carrinho de choque	adulto	4	81,8	77,5	89,8	79,1	80,9	83,5
Penafiel	C. Choque	adulto	4	102,1	83,2	105,8	97,3	101,7	104,4
Porto	Apolo	adulto	4	82,3	73,4	92,9	76,8	81	84,1
	C. Choque	adulto	4	83,5	75,5	92,6	78,5	81,7	86,1
Povoa Varzim	Macumba	adulto	4	97,6	84,8	110,7	86,6	91,9	101,6
	Maxi dance	adulto	4	94,7	79,6	102,3	84,8	93,3	98,1
	Rodeio	infantil	3,5	84,6	72	94	76,6	80,8	88,4
	C. Choque	infantil	3,5	82,6	76,5	93,6	78,4	81,6	84,1
	Carrossel	infantil	3	84,6	75,5	95,6	78,3	82,3	87,6
	Scarlextric	infantil	5	86,9	77,1	97,6	81,6	85,3	89,6
	Scarlextric	infantil	5	90,6	76,5	107,6	80,8	85,7	93,4
	Carrossel	infantil	3	81,4	73,1	90,2	76,4	79,8	83,9
	Carrocel8	infantil	3	94,3	74,1	105,1	80,6	89,4	96,9
	Carrossel	infantil	4	79,8	71,8	89,1	74,5	78,2	82,3
S.Pedro	Dragon	infantil	4	82	64,7	92,7	69	81	85,3
	C. Choque	adulto	4	85,7	76,7	93	81,4	85,1	87,9
	C.Choque	adulto	3,5	95,7	85,1	105,6	88	93,7	98,5
Trofa	Maxi dance	adulto	3,5	101,2	88,5	115	92,7	96,6	103,3
	Air force	infantil	4	80,8	65,1	89	74,5	80,3	83,8
Valongo	C. Choque	adulto	4	85,8	69,9	93,1	75,5	83,6	89,9
	Carrossel	infantil	4	82,4	67,5	88,5	77,5	81,1	85,6
	Carrossel	infantil	4	84,5	71,4	93,8	76,5	83,9	86,8
	Carrossel	infantil	4	86,2	77,7	92,7	82	85,2	88,7
	C. Choque	infantil	4	82,8	78,6	86,1	79,9	82,6	84,7
	C. Choque	adulto	4	82,4	76,2	89,6	78,6	81,4	84,5

Conselho	Brinquedo		T(m)	L <sub>Aeq</sub>	L <sub>Amin</sub>	L <sub>Amax</sub>	L <sub>A90</sub>	L <sub>A50</sub>	L <sub>A10</sub>
V.N.GAIA	C.Choque	adulto	4	91,1	83	96,4	87,4	90,5	93,3
	Canguru	adulto	5	92,5	83,4	104,6	85,5	88,2	95,6
	Monster	adulto	5	96,5	81,2	109,4	85,7	94,7	99,2
	C.Choque	infantil	4	79	72,8	87,4	75,8	77,8	81
	Scarlextric	infantil	4	82,2	69,9	95,6	72,2	77,1	85,3
	Carrossel	infantil	5	82,2	73,3	90,8	77,4	80,7	84,9
	Dragon	infantil	5	89,4	82,9	99,7	85	87,5	92,2
V.Castelo	Dragon	infantil	3,5	94	75,7	106,3	81,2	91,1	97,9
	Carrossel	infantil	4	88	79,8	96,9	82,1	85,5	91,9
	C. Choque	adulto	4	85,1	76,9	95,2	80	83,8	87,9
Vila Real	C. Choque	adulto	4	83,2	72,4	89,3	77,9	82,7	85,5
Lamego	Carrossel	infantil	4	83,9	71,5	96,3	75,4	79,3	86,2
	C. Choque	infantil	4	83,8	71,2	96,8	74,2	80,3	87
	Canguru	adulto	4	87,1	72,3	92,9	77,4	87	89,6
	C. Choque	adulto	4	87,1	74,5	97	78,4	86,5	89,7